Ladungssicherung auf Fahrzeugen

BGI 649
(bisherige ZH 1 / 413)

Ein Handbuch für
Unternehmer, Einsatzplaner,
Fahr- und Ladepersonal

3. Auflage 2002

BGF
Berufsgenossenschaft
für
Fahrzeughaltungen

Ein Wort vorweg

Die Erstauflage dieses Handbuches vom Juni 1995 sowie die 2. Auflage vom Januar 1998 wurde insgesamt in 35 000 Exemplaren ausgegeben. Zwischenzeitlich eingetretene Veränderungen im Vorschriftenwerk und in den Regeln der Technik wurden in der vorliegenden Neuauflage berücksichtigt. Die Europäischen Normen zur Ladungssicherung, die derzeit erarbeitet werden, sowie die in Überarbeitung befindlichen VDI Richtlinien 2700 „Ladungssicherung auf „Straßenfahrzeugen“, können erst zu einem späteren Zeitpunkt berücksichtigt werden.

Dieses Handbuch ist in erster Linie für den Praktiker und die für die Ladungssicherung Verantwortlichen gedacht. Weiterhin wendet es sich an diejenigen, die „etwas mehr“ wissen wollen über physikalische Zusammenhänge und Verantwortlichkeit bei der Ladungssicherung und die auch das entsprechende Vorschriftenwerk interessiert. Außerdem möchten wir sowohl Herstellern als auch Käufern von Fahrzeugen und Hilfsmitteln zur Ladungssicherung den Blick für Qualität schärfen.
Das Handbuch gilt nur für den Transport von Gütern auf Fahrzeugen im öffentlichen Straßenverkehr und für den innerbetrieblichen Transport und Verkehr.
Es werden keine neuen Regeln zur Ladungssicherung aufgestellt, sondern vielmehr das Unfallgeschehen und die Konsequenzen, die daraus gezogen werden sollten, behandelt.

Die unkonventionelle Zusammenfassung völlig verschiedener Ladegüter unter manchmal nur einer Kapitelüberschrift ist beabsichtigt. So geht es beispielsweise in Kapitel „Schwere Ladegüter“ sowohl um Betonteile und Bleche als auch um fahrbare Arbeitsmaschinen. Die Auswahl erfolgte nach Unfallschwerpunkten und dem immer wieder zu hörenden – schwerwiegend falschen – Argument: „Die Ladung ist so schwer, die kann nicht verrutschen“.
Der letzte Abschnitt „Haftung und Verantwortlichkeit“ wurde freundlicherweise von Rechtsanwältin Andrea Heid, Frankfurt am Main, übernommen, die dafür auch verantwortlich zeichnet. Er ist für diese Neuauflage aktualisiert worden.

Wir wünschen uns, dass besonders die Bilder aus der Praxis zum Lesen anregen und dazu beitragen, dass Ladung vorschriftsmäßig und sicher transportiert wird.

Inhaltsverzeichnis

Seite

Ein Wort vorweg 3

Allgemeines zur Ladungssicherung 10

Gesetzliche Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien und Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung 14

– Wichtige Paragraphen zur Ladungssicherung aus StVZO, StVO und UVV „Fahrzeuge" 16
  - ✻ Beschaffenheit der Fahrzeuge (StVZO) 16
  - ✻ Verantwortung für den Betrieb der Fahrzeuge (StVZO) 16
  - ✻ Fahrzeugaufbauten, Aufbauteile, Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung (UVV „Fahrzeuge") 17
  - ✻ Bordwandverschlüsse (UVV „Fahrzeuge") 19
  - ✻ Ladung (StVO) 20
  - ✻ Sonstige Pflichten des Fahrzeugführers (StVO) 21
  - ✻ Verladen und Entladen 21
  - ✻ Be- und Entladen (UVV „Fahrzeuge") 22
  - ✻ Aufenthalt im Gefahrbereich (UVV „Fahrzeuge") 24
  - ✻ Fahrweise (UVV „Fahrzeuge") 24
– Übrigens: Sichtbehinderung durch Frontscheibendekoration 25
– Regeln der Technik 26
  - ✻ VDI 2700 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen" 26
  - ✻ VDI 2701 „Zurrmittel" 26
  - ✻ VDI 2702 „Zurrkräfte" 26
  - ✻ VDI 2700 Blatt 4 „Lastverteilungsplan" 27
  - ✻ VDI 2700 Blatt 5 „Qualitätsmanagement-Systeme" 27
  - ✻ VDI 2700 Blatt 7 „Kombinierter Ladungsverkehr (KLV)" 27
  - ✻ VDI 2700 Blatt 8 „Sicherung von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen auf Autotransportern" 27
  - ✻ Weitere VDI-Richtlinien „Ladungssicherung" in Vorbereitung 28
  - ✻ DIN EN 12 195-2 „Zurrgurte aus Chemiefasern" 28
  - ✻ DIN EN 12 195-3 „Zurrketten" 28
  - ✻ DIN EN 12 640 „Zurrpunkte an Nutzfahrzeugen zur Güterbeförderung" 29

Inhaltsverzeichnis

Seite

- ✻ DIN 75 410 Teil 1 „Zurrpunkte an Nutzfahrzeugen zur Güterbeförderung“ 29
- ✻ DIN 75 410 Teil 2 „Ladungssicherung in Pkw, Pkw-Kombi und Mehrzweck-Pkw“ 29
- ✻ DIN 75 410 Teil 3 „Ladungssicherung in Kastenwagen“ 30

– Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung 30

Grundregeln der Ladungssicherung für den Fahrbetrieb 32

Physikalische Grundlagen zur Ladungssicherung 36

– Begriffe 36

- ✻ Kraft und Masse 36
- ✻ Gewicht und Gewichtskraft 38
- ✻ Reibung 39
- ✻ Energie 41

– Das Verhalten der Ladung im Fahrbetrieb 43

- ✻ Bremsvorgang 43
- ✻ Fliehkraft (Kurvenfahrt) 46

Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte 48

– Die Massenkräfte der Ladung 48
– ... in Fahrtrichtung 49
– ... entgegen der Fahrtrichung 50
– ... zu beiden Längsseiten 51
– ... nach oben 53
– Reibungskräfte, die unsichtbaren Helfer 54
– Berechnungsbeispiele für gebräuchliche Zurrmethoden 56

- ✻ Niederzurren 56
- ✻ Direktzurren 61
- ✻ Schrägzurren 62
- ✻ Diagonalzurren 65
- ✻ Gegenüberstellung der Zurrarten 68
- ✻ Hinweis für die Anwendung 68

Seite

Unfallgeschehen und Schlussfolgerungen 72

– Ladungssicherung in und auf Pkw und Pkw-Kombi 72
– Ladungssicherung in Kastenwagen 78
– Unfallschwerpunkt Nr. 1: Kurvenfahrt 82
– „Schwere“ Ladegüter 85

  ✻ Betonteile (Betonplatten liegend und stehend, Binder, Kleinteile, Rohre, Schachtringe) 86
  ✻ Bleche (Blechtafeln, Stahlplatten, Blechpakete) 101
  ✻ Fahrbare Arbeitsmaschinen (Bagger, Lader, Walzen, Raupen) 107

– Minderwertige und / oder unempfindliche Ladegüter (Baustelleneinrichtungen, Altmaterial, Schrott-Pkw, Altpapier-, Stroh- und Torfballen) 117

– Langmaterial (Stahlprofile, Rohre, Langholz) 120
– Hochgestapelte Ladegüter (Schnittholz, Holzerzeugnisse, Baustahlmatten) 129
– Getränkekisten und -behälter 136
– Schüttgüter 143
– Austauschbare Ladungsträger und ihre Ladung (Wechselbehälter, Container, Kipp- und Absetzmulden) 146

  ✻ Übrigens: Lärm durch Behälter 151

– In sich gesicherte Ladeeinheiten (palettierte Güter) 152
– Güter in Rollenform (Coils, Kabeltrommeln, Papierrollen) 157
– Ausrüstungsgegenstände zum Fahrzeug 165

Inhaltsverzeichnis

Seite

Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung 167

– Formschlüssige, kraftschlüssige und kombinierte Sicherungsmethoden 167
– Ladeflächenbegrenzungen (Stirn- und Rückwände, seitliche Bordwände, Einstecklatten, seitliche Schiebeplanen, Rungen) 168
– Zurrpunkte 172
– Zurrmittel 179

  ✻ Gemeinsame Anforderungen an alle Zurrmittel 181
  ✻ Zurrgurte 189
  ✻ Gefahrenhinweis zum Spannelement Ratsche 194
  ✻ Zurrgurtaufroller 194
  ✻ Zurrketten 195
  ✻ Mehrzweck-Kettenzüge 198
  ✻ Zurrdrahtseile 198

– Zurrwinden 200
– Ankerschienen mit Zubehör (Sperr- und Ladebalken, Teleskopstangen, Klemmbalken, Zwischenwandverschlüsse) 203
– Trennwände 209
– Lochschienen 210
– Ladegestelle 212
– Mulden / Wannen 213
– Rutschhemmende Unter- und Zwischenlagen 214

  ✻ Rutschhemmende Matten (RH-Matten) 214
  ✻ Zinkenbleche 217

– Füllmittel 221

  ✻ Luftsäcke (Airbags) 221
  ✻ Schaumstoff-Polster 222

– Netze und Planen 223

Inhaltsverzeichnis

Seite

Lastverteilung 225

Vorsicht beim Be- und Entladen von Gütern mit schmaler Standbasis und/oder außermittigem Schwerpunkt! 236

Vorsicht beim Öffnen von Bordwänden! 242

Haftung und Verantwortlichkeit bei der Ladungssicherung 245

Anhang 257

Stichwortverzeichnis 277

Anschriften der Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen 283

Impressum 284

Allgemeines zur Ladungssicherung

In den letzten Jahren sind Verbesserungen bei der Durchführung der Ladungssicherung zu beobachten. Dies dürfte sowohl auf eine allgemein erweiterte Ausstattung der Fahrzeuge in Bau und Ausrüstung durch die Fahrzeughersteller, auf vermehrten Einsatz von Spezialfahrzeugen für bestimmte Ladegüter als auch auf ein umfangreicheres Angebot von Hilfsmitteln zur Ladungssicherung zurückzuführen sein. Als Beispiel sei hier nur an die weite Verbreitung von textilen Zurrgurten hingewiesen.

Weiterhin ist ein verstärktes Sicherheitsbewusstsein aller für den schadensfreien Transport Verantwortlichen erkennbar, vermutlich nicht zuletzt durch wirtschaftliche Aspekte.

Trotzdem berichten nach wie vor die Medien täglich über schwere Unfälle, die auf ungenügende oder gar fehlende Ladungssicherungen zurückzuführen sind. Zur Erinnerung ein paar Schlagzeilen:

Fahrer beim Bremsen von eigener Ladung im Führerhaus zerquetscht

Ladung verrutschte – Umkippender Anhänger begrub Pkw

Pkw verlor Couch auf BAB – Massenkarambolage

In der Kurve vom Lkw gerollt – Kabeltrommel erschlug Radfahrer

Tod lauerte hinter Lkw-Bordwand – Zwei Entladearbeiter erschlagen

Es bedarf keiner besonderen Mühe, sich beim sorgfältigen Lesen von Tageszeitungen in kurzer Zeit eine solche Sammlung von Schlagzeilen zuzulegen. Bei genauer Betrachtung des Personenkreises, der bei diesen Unfällen zu Schaden kommt, sieht man, dass es jeden treffen kann. Darum stellt die Ladungssicherung wahrhaft eine Nahtstelle zwischen Verkehrssicherheit und Arbeitssicherheit dar. In manchen Fällen sind die beiden Begriffe kaum voneinander zu trennen.

Beispiel: Ein Fahrer kippt während einer Kurvenfahrt durch verrutschte Ladung mit seinem Lkw um und verletzt sich dabei. Da er im Zusammenhang mit seiner beruflichen Tätigkeit den Lkw lenkte, handelt es sich um einen Arbeitsunfall. Weitere Personen, die als Verkehrsteilnehmer ebenfalls durch den umkippenden Lkw geschädigt wurden, erleiden einen Verkehrsunfall. Sind diese Personen jedoch gerade beruflich unterwegs, handelt es sich zugleich um einen Arbeitsunfall. Daraus lässt sich erkennen, wie dicht die Begriffe Verkehrssicherheit und Arbeitssicherheit im öffentlichen Straßenverkehr beieinander liegen. So makaber es klingen mag, aber mit Sicherheit werden in den jährlichen Unfallstatistiken viele Verletzte und Tote doppelt gezählt, sowohl in der Statistik der Arbeits- als auch der Verkehrsunfälle.

Hier soll bei der Betrachtung von Unfällen, die während des Fahrbetriebes durch mangelnde Ladungssicherung ausgelöst werden, nicht weiter auf die Unfallarten eingegangen werden. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass eine Berufsgenossenschaft nur dann direkte Kenntnis von einem derartigen Unfall erhält, wenn eine bei ihr versicherte Person durch einen arbeitsbedingten Unfall einen Körperschaden erleidet.

Weitaus undramatischer als in den Massenmedien wird den Berufsgenossenschaften in den eingehenden Unfallanzeigen das Unfallgeschehen geschildert. Sachlich, manchmal fast entschuldigend oder hilflos, wird als Unfallursache eine unzureichende Ladungssicherung beschrieben. Bei näheren Ermittlungen zu den Unfallursachen ist immer wieder festzustellen, dass nach wie vor der Irrglaube weit verbreitet ist, schwere Ladungen könnten während der Fahrt nicht verrutschen (Abb. 1 + 2). Sie hätten eine so hohe Gewichtskraft, dass eine Bewegung unmöglich sei. Hier die typische Antwort

eines Fahrers, der auf die ungenügende Sicherung seiner Ladung hingewiesen wurde: „Steigen Sie mal auf mein Fahrzeug und versuchen Sie, die Ladung zu verschieben. Das schaffen Sie nie. Die ist so schwer, die kann gar nicht verrutschen.“

Jetzt stellt sich sofort die Frage, ob dem Fahrer jemals eine entsprechende Schulung ermöglicht wurde. Häufig hört man auch die Erklärung: „Ich fahre schon über zehn Jahre so und es ist noch nie etwas passiert. Nun kommen Sie und wollen mir erklären, dass das gefährlich sei.“

Abb. 1

Andererseits ist vielen der Begriff „Ladungssicherung“ schon bekannt. Er wird jedoch leider zu einseitig ausgelegt. Man denkt dabei oft nur an die Ladung, aber nicht an die Unfallgefahr für den Menschen. Wie lässt es sich sonst erklären, dass empfindliches oder wertvolles Ladegut im Allgemeinen ordnungsgemäß, manchmal sogar überdimensioniert, auf dem Fahrzeug gesichert wird? Natürlich nur deshalb, um die Ladung unversehrt und wohlbehalten ans Ziel zu befördern. Dagegen wird bei weniger wertvollen oder unempfindlichen Ladungen vielfach auf jegliche Sicherung verzichtet.

Abb. 2

Häufig wird der Versuch unternommen, Unfälle, deren Ursachen eindeutig auf fehlende oder mangelnde Ladungssicherung zurückzuführen sind, mit dem Hinweis auf einen „unglücklichen Umstand“ oder sogar auf „höhere Gewalt“ abzutun. Damit wird z. B. auf „unvorhersehbare Notbremsungen“, „plötzliche Ausweichmanöver“ oder gar „schlechte Fahrbahnverhältnisse“ während einer „nicht eingeplanten Umleitungsstrecke“ hingewiesen. Diese Entschuldigungen und Ausreden, anders kann man sie nicht bezeichnen, können keine Gültigkeit und vor keinem Richter Bestand haben. Extreme Fahrbedingungen während des Transportes sind vor jedem Fahrtantritt als „übliche Verkehrsbedingungen“ einzukalkulieren.

Gesetzliche Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien und Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung

Was ist darunter zu verstehen?
Die vom Gesetzgeber in der Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) aufgestellten Forderungen dienen dem Schutz aller Personen, die sich im öffentlichen Verkehrsbereich befinden. Das können Personen sein, die ein motorisiertes oder ein unmotorisiertes Fahrzeug führen, Fußgänger, Reiter oder selbst spielende Kinder.

In der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) werden u. a. Beschaffenheitsanforderungen an Fahrzeuge gestellt, die für den öffentlichen Straßenverkehr zugelassen werden sollen, die Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) regelt den sicheren Betrieb.
Die von den Berufsgenossenschaften als Träger der gesetzlichen Unfallversicherung erlassenen Unfallverhütungsvorschriften (UVVen) sind autonome Rechtsnormen. Sie gelten primär für die Unternehmer (Mitglieder der Berufsgenossenschaft) und deren Beschäftigte (Versicherte).

Da das staatliche Straßenverkehrsrecht nicht den innerbetrieblichen Transport und Verkehr abdeckt und auch nicht den Schutz von Personen während der Be- und Entladephase von Fahrzeugen regelt, gelten hier UVVen, z. B. die UVV „Fahrzeuge“ (BGV D 29). Die UVV „Fahrzeuge“ wurde von allen gewerblichen Berufsgenossenschaften für ihre Mitgliedsbetriebe erlassen, da Fahrzeuge, gleich welcher Art, in fast allen Betrieben eingesetzt werden. In der UVV „Fahrzeuge“ werden im Abschnitt „Betrieb“ Forderungen erhoben, die ähnlich, aber auch weitreichender sind, als in der StVO. Gleiches gilt für den Abschnitt „Bau- und Ausrüstung“. Hier bestehen z. T. inhaltsgleiche oder ähnliche Vorschriften wie in der StVZO. Etliche weitere Forderungen, die dem Arbeitsschutz dienen, kommen jedoch hinzu. Als klassisches Beispiel sei hier die Forderung nach Ausrüstung von bestimmten Fahrzeugen mit Zurrpunkten erwähnt; die StVZO hat eine solche Bestimmung nicht zum Inhalt. Diese Forderung aus der UVV „Fahrzeuge“, die ordnungsgemäße Verzurrung von Ladung ermöglicht, dient in erster Linie dem Schutz der Fahrzeuginsassen. Sie soll Arbeitsunfälle verhindern. Aber auch alle übrigen Verkehrsteilnehmer im öffentlichen Straßenverkehr profitieren davon. Die Forderungen nach Ladungssicherung in und auf Fahrzeugen bildet deshalb eine Nahtstelle zwischen der Verkehrssicherheit und der Arbeitssicherheit. Es lässt sich die Gleichung aufstellen:

Gesetzliche Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien und Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung

Betriebssicherheit = Verkehrssicherheit + Arbeitssicherheit

Sowohl die der Verkehrssicherheit dienenden gesetzlichen Vorschriften (StVO, StVZO) als auch die der Arbeitssicherheit dienende UVV „Fahrzeuge“ stützen sich auf anerkannte Regeln der Technik, z. B. DIN- und EN-Normen sowie VDI-Richtlinien. Diese sind mit ihren Mindestanforderungen an die Ladungssicherung einerseits dem Anwender bei der Durchführung einer Ladungssicherung behilflich, andererseits werden sie aber auch in der Rechtsprechung zu Fragen der Ladungssicherung herangezogen.

Folgend seien die wichtigsten Vorschriften und Regeln der Technik aufgeführt, die für eine ordnungsgemäße Ladungssicherung von Bedeutung sein können.

Voraussetzung für die Durchführung einer ordnungsgemäßen Ladungssicherung ist, wie in der Grundregel Nr. 1 im Kapitel „Grundregeln zur Ladungssicherung für den Fahrbetrieb“ aufgeführt, der Einsatz eines geeigneten Fahrzeuges, das durch Aufbau und Ausrüstung die durch die Ladung auftretenden Kräfte sicher aufzunehmen vermag. Eignung und Beschaffenheit der Fahrzeuge werden sowohl in der StVZO als auch in der UVV „Fahrzeuge“ gefordert.

Gesetzliche Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien und Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung

Wichtige Paragraphen zur Ladungssicherung aus StVZO, StVO und UVV „Fahrzeuge“

✻ Beschaffenheit der Fahrzeuge (StVZO)

Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO)

Beschaffenheit der Fahrzeuge § 30 (1)

Verantwortung für den Betrieb der Fahrzeuge § 31 (2)

§ 30 (1) StVZO

„Fahrzeuge müssen so gebaut und ausgerüstet sein, dass

1. ihr verkehrsüblicher Betrieb niemanden schädigt oder mehr als unvermeidbar gefährdet, behindert oder belästigt,

2. die Insassen insbesondere bei Unfällen vor Verletzungen möglichst geschützt sind und das Ausmaß und die Folgen von Verletzungen möglichst gering bleiben.“

Die StVZO hat keine konkrete Bestimmung zur Ausrüstung von Fahrzeugen mit Zurrpunkten zum Inhalt.

✻ Verantwortung für den Betrieb der Fahrzeuge (StVZO)

§ 31 (2) StVZO

„Der Halter darf die Inbetriebnahme nicht anordnen oder zulassen, wenn ihm bekannt ist oder bekannt sein muss, dass der Führer nicht zur selbständigen Leitung geeignet oder das Fahrzeug, der Zug, das Gespann, die Ladung oder die Besetzung nicht vorschriftsmäßig ist oder dass die Verkehrssicherheit des Fahrzeugs durch die Ladung oder die Besetzung leidet.“

Dienstanweisung zu § 31 (2)

„Bei unvorschriftsmäßigem Zustand eines Fahrzeugs oder der Ladung sind stets Ermittlungen anzustellen, ob neben dem Fahrer auch den Halter ein Verschulden trifft. Ist ein solches nicht nachzuweisen, so ist bei mehrfach festgestellten Mängeln dem Halter aufzugeben, in Zukunft für Abhilfe zu sorgen (durch Einrichtung einer geeigneten Aufsicht, durch Fahrerwechsel oder dgl.).“

Gesetzliche Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien und Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung

Wichtige Paragraphen zur Ladungssicherung aus StVZO, StVO und UVV „Fahrzeuge“

✻ Fahrzeugaufbauten, Aufbauteile, Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung (UVV „Fahrzeuge“)

Unfallverhütungsvorschrift UVV „Fahrzeuge“ (BGV D 29)

Fahrzeugaufbauten, Aufbauteile, Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung § 22 (1)

§ 22 (1) UVV „Fahrzeuge“

„Fahrzeugaufbauten müssen so beschaffen sein, dass bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Fahrzeuges die Ladung gegen Verrutschen, Verrollen, Umfallen, Herabfallen und bei Tankfahrzeugen gegen Auslaufen gesichert ist oder werden kann. Ist eine Ladungssicherung durch den Fahrzeugaufbau allein nicht gewährleistet, müssen Hilfsmittel zur Ladungssicherung vorhanden sein. Pritschenaufbauten und Tieflader müssen mit Verankerungen für Zurrmittel zur Ladungssicherung ausgerüstet sein. Satz 3 gilt nicht für Fahrzeuge mit Kippbrücken mit mehr als 7,5 t zulässigem Gesamtgewicht.“

In den dazugehörigen Durchführungsanweisungen sind folgende Hinweise enthalten:

„Diese Forderung schließt auch Fahrzeugaufbauten und Ladeflächen von Pkw-Kombi und Kastenwagen (Transportern) ein.

Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung können z. B. sein

- *Stirnwandverstärkungen oder Prallwände zum Schutz der Führerhausinsassen,*
- *Rungen,*
- *Zahnleisten,*
- *Lademulden (eventuell abdeckbar),*
- *Zurrwinden (in Verbindung mit Gurten oder Seilen),*
- *Ankerschienen (in Verbindung mit z. B. Zurrgurten, Seilen, Sperr- oder Ladebalken),*
- *Zurrpunkte (fest oder beweglich),*
- *Befestigungsbeschläge für Container,*
- *Ladehölzer (Keile, Bretter, Kanthölzer),*

Gesetzliche Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien und Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung

Wichtige Paragraphen zur Ladungssicherung aus StVZO, StVO und UVV „Fahrzeuge“

– *rutschhemmende Unter- und Zwischenlagen,*

– *Ketten, Seile (Natur-, Kunstfaser-, Stahlseile), Zurrgurte,*

– *Spannschlösser, Spindelspanner,*

– *Seil- und Kantenschoner,*

– *Füllmittel (z. B. Aufblaspolster),*

– *Aufsatzbretter, Rungenverlängerungen,*

– *Ladegestelle,*

– *Planen und Netze.*

Siehe auch DIN 75 410 - 1 ‚Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Zurrpunkte an Nutzfahrzeugen zur Güterbeförderung; Mindestanforderungen‘, DIN 75 410 - 2 ‚Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Ladungssicherung in Pkw, Pkw-Kombi und Mehrzweck-Pkw‘ und DIN 75 410 - 3 ‚Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Ladungssicherung in Kastenwagen‘.

Hinsichtlich der Hilfsmittel zur Ladungssicherung beim Transport von Langmaterial (z. B. Rohre, Profile, Masten, Holzstämme) siehe auch Abschnitt 4.3.4 der ‚BG-Regeln Transport von Langholz‘ (BGR 185).“

Um Personen vor solchen Unfällen zu schützen, die durch mangelhafte Ladungssicherung verursacht werden, richten sich die Forderungen aus der StVZO und der UVV „Fahrzeuge“ einmal an den Fahrzeug- oder Aufbauhersteller, die Fahrzeuge entsprechend ihren Transportaufgaben auszurüsten, zum anderen an den Betreiber (Fahrzeughalter), die in Betrieb befindlichen Fahrzeuge, die in Aufbau und Ausrüstung nicht die Forderungen erfüllen, entsprechend um- oder auszurüsten.

Die Bestimmung zur Ausrüstung von Fahrzeugen mit Zurrpunkten gemäß § 22 (1) UVV „Fahrzeuge“ gilt nach den Übergangsbestimmungen in § 59 (12) dieser UVV nur für Neufahrzeuge ab 1. Oktober 1993. Eine Nachrüstung älterer Fahrzeuge kann nur empfohlen werden.

✻ Bordwandverschlüsse (UVV „Fahrzeuge“)

UVV „Fahrzeuge“ (BGV D 29)

Bordwandverschlüsse
§ 22 (11)

§ 22 (11) UVV „Fahrzeuge“

„Von Hand zu betätigende Verschlüsse an Bordwänden und fahrzeugeigenen Rampen müssen

1. so angeordnet sein, dass sie von der Fahrbahn oder einem anderen Arbeitsplatz auf dem Fahrzeug aus in Reichweite liegen,

2. so angeordnet sein, dass sie von außerhalb des Schwenkbereiches der Bordwand oder der Rampe betätigt werden können
und
3. an Fahrzeugen, bei denen die Oberkante der Bordwand oder der Rampe höher als 1,6 m über der Fahrbahn liegt, so gestaltet sein, dass möglicher Ladungsdruck vor vollständiger Entriegelung festgestellt werden kann.
Dies gilt nicht für Verschlüsse von Pendelbordwänden.“

Durchführungsanweisungen (DA)

„Als in Reichweite liegend werden Verschlüsse dann angesehen, wenn die Reichweite nach oben von 2,0 m nicht überschritten wird.

Siehe auch DIN 33 402 - 2 ‚Körpermaße des Menschen; Werte‘.

Rampen, bei denen Ladungsdruck auftreten kann, sind z. B. solche an Viehtransportfahrzeugen und Pferdeanhängern.“

Die Ausrüstung von Fahrzeugen mit Bordwandverschlüssen gemäß § 22 (11) Nr. 3 UVV „Fahrzeuge“ gilt nach den Übergangsbestimmungen in § 59 (12) für Neufahrzeuge ab 1. Okt. 1993. Weitere Ausführungen, warum diese Forderung in der UVV „Fahrzeuge“ neu aufgenommen wurde, siehe Kapitel „Vorsicht beim Öffnen von Bordwänden!“ Seite 242.

Die eigentliche Durchführung einer Ladungssicherung und Beachtung einer zulässigen Lastverteilung werden sowohl in der StVO als auch in der UVV „Fahrzeuge“ zwingend vorgeschrieben.

Gesetzliche Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien und Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung

Wichtige Paragraphen zur Ladungssicherung aus StVZO, StVO und UVV „Fahrzeuge“

✻ Ladung (StVO)

Straßenverkehrs-Ordnung (StVO)
Ladung § 22 (1)

Sonstige Pflichten des Fahrzeugführers
§ 23 (1)

§ 22 (1) StVO

„Die Ladung sowie Spannketten, Geräte und sonstige Ladeeinrichtungen sind verkehrssicher zu verstauen und gegen Herabfallen und gegen vermeidbares Lärmen besonders zu sichern.“

In der dazugehörigen Verwaltungsvorschrift heißt es u. a.:

„I. *Zu verkehrssicherer Verstauung gehört sowohl eine die Verkehrs- und Betriebssicherheit nicht beeinträchtigende Verteilung der Ladung, als auch deren sichere Verwahrung, wenn nötig Befestigung, die ein Verrutschen oder gar Herabfallen unmöglich machen.*

II. *Schuttgüter, wie Kies, Sand, aber auch gebündeltes Papier, die auf Lastkraftwagen befördert werden, sind in der Regel nur dann gegen Herabfallen besonders gesichert, wenn durch überhohe Bordwände, Planen oder ähnliche Mittel sichergestellt ist, dass auch nur unwesentliche Teile der Ladung nicht herabfallen können.*

III. *Es ist vor allem verboten, Kanister oder Blechbehälter ungesichert auf der Ladefläche zu befördern.“*

In einem Kommentar zu § 22 (1) StVO heißt es,

„ … dass diese Vorschrift sich nicht nur an den Führer und den Halter des Fahrzeuges richtet, sondern an jeden, der für die ordnungsgemäße Verstauung der Ladung verantwortlich ist, insbesondere aber an denjenigen, der unter eigener Verantwortung das Fahrzeug beladen hat.

In jedem Fall muss der Fahrzeugführer nach § 23 StVO die Sicherheit der Beladung auch dann prüfen, wenn eine seiner Aufsicht unterstellte Person das Fahrzeug beladen hat. Er muss notfalls die Führung des Fahrzeuges ablehnen.“

Gesetzliche Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien und Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung

Wichtige Paragraphen zur Ladungssicherung aus StVZO, StVO und UVV „Fahrzeuge“

✻ Sonstige Pflichten des Fahrzeugführers (StVO)

§ 23 (1) StVO [Auszug]

„Der Fahrzeugführer ist dafür verantwortlich, dass seine Sicht ... nicht durch die Besetzung, die Ladung ... oder den Zustand des Fahrzeugs beeinträchtigt werden. Er muss dafür sorgen, dass das Fahrzeug, der Zug, das Gespann sowie die Ladung und die Besetzung vorschriftsmäßig sind und dass die Verkehrssicherheit des Fahrzeugs durch die Ladung oder die Besetzung nicht leidet ...“

In einem Kommentar zu § 23 (1) StVO heißt es u. a., dass jeder Kraftfahrer wissen muss,

„ ... dass eine ungleichmäßige Verteilung schwerer Lasten nicht nur die Lenkfähigkeit des Fahrzeugs beeinträchtigt und die Schleudergefahr erhöht, sondern auch das gleichmäßige Abbremsen aller Räder erschwert oder unmöglich macht und sogar zu einer Blockierung einzelner Räder führen kann. Der Bremskraftregler hat nicht den Zweck und die Fähigkeit, die fehlerhafte Verteilung der Last auszugleichen. Nicht nur vor Antritt der Fahrt muß der Fahrer die ordnungsgemäße Beladung seines Fahrzeugs überprüfen, sondern auch während der Fahrt hat er sie zu überwachen. Derjenige, der ein beladenes Fahrzeug von einem anderen übernimmt, ist in gleicher Weise verantwortlich.“

✻ Verladen und Entladen

Handelsgesetzbuch (HGB)

Verladen und Entladen
§ 412 (1)

§ 412 (1) HGB

„So weit sich aus den Umständen oder der Verkehrssitte nicht etwas anderes ergibt, hat der Absender das Gut beförderungssicher zu verladen, zu stauen und zu befestigen (verladen) sowie zu entladen. Der Frachtführer hat für die betriebssichere Verladung zu sorgen.“

Weitere Ausführungen zur Haftung und Verantwortlichkeit bei der Ladungssicherung siehe ab Seite 245.

Gesetzliche Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien und Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung

Wichtige Paragraphen zur Ladungssicherung aus StVZO, StVO und UVV „Fahrzeuge“

✻ Be- und Entladen (UVV „Fahrzeuge“)

UVV „Fahrzeuge“ (BGV D 29)

Be- und Entladen
§ 37 (1), (3), (4)

§ 37 (1) UVV „Fahrzeuge“

„Fahrzeuge dürfen nur so beladen werden, dass die zulässigen Werte für

1. Gesamtgewicht,
2. Achslasten,
3. statische Stützlast

   und

4. Sattellast

nicht überschritten werden. Die Ladungsverteilung hat so zu erfolgen, dass das Fahrverhalten des Fahrzeuges nicht über das unvermeidbare Maß hinaus beeinträchtigt wird.“

Durchführungsanweisungen (DA)

„Die Forderung nach Einhaltung der zulässigen Werte für die Achslasten ist erfüllt, wenn

1. *die zulässige Vorderachslast nicht überschritten wird,*
2. *die zulässige Hinterachslast nicht überschritten wird*

   und

3. *die Mindestachslast der gelenkten Achse nicht unter 20% des Fahrzeugmomentangewichtes liegt (gilt nicht für Sattelanhänger). Sofern die Fahrgeschwindigkeit 25 km/h nicht übersteigt, darf die Mindestachslast der gelenkten Achse bis auf 10% des Fahrzeugmomentangewichtes gesenkt werden.*

Die Maßnahmen zur Ladungsverteilung richten sich nach der Art des Ladegutes und den Konstruktionsmerkmalen des Fahrzeuges.

Empfehlungen zur Ladungsverteilung enthält auch die VDI-Richtlinie 2700 ‚Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen‘.“

Gesetzliche Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien und Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung

Wichtige Paragraphen zur Ladungssicherung aus StVZO, StVO und UVV „Fahrzeuge“

Weitere Ausführungen zur Lastverteilung auf Fahrzeugen siehe unter Kapitel „Lastverteilung“, Seite 225.

§ 37 (3) UVV „Fahrzeuge“

„Das Be- und Entladen von Fahrzeugen hat so zu erfolgen, dass Personen nicht durch herabfallende, umfallende oder wegrollende Gegenstände bzw. durch ausfließende oder ausströmende Stoffe gefährdet werden.“

Durchführunganweisungen (DA)

„Beim Be- und Entladen ist zu beachten, dass sich die Ladefläche neigen kann.

Bei Fahrzeugen mit Rollenböden ist diese Forderung erfüllt, wenn die Ladefläche vor dem Be- bzw. Entladen in die waagerechte Stellung gebracht wird und während des Be- bzw. Entladevorganges in dieser Stellung verbleibt, sofern nicht durch besondere Einrichtungen sichergestellt ist, dass die Ladung bei Schrägstellung der Ladefläche nicht frei rollen kann.

Zusätzlich ist beim Entladen darauf zu achten, dass eine Gefährdung durch Verlagerung der Ladung infolge des Fahrbetriebes bestehen kann.“

Weitere Ausführungen zu § 37 (3) UVV „Fahrzeuge“ siehe unter Kapitel „Vorsicht beim Be- und Entladen von Gütern mit schmaler Standbasis und/oder außermittigem Schwerpunkt!“, Seite 236.

§ 37 (4) UVV „Fahrzeuge“

„Die Ladung ist so zu verstauen und bei Bedarf zu sichern, dass bei üblichen Verkehrsbedingungen eine Gefährdung von Personen ausgeschlossen ist.“

Durchführungsanweisungen (DA)

„Zu den ‚üblichen Verkehrsbedingungen‘ gehören auch Vollbremsungen oder Unebenheiten der Fahrbahn. Die Maßnahmen zur Sicherung der Ladung richten sich nach Art des Ladegutes und den Konstruktionsmerkmalen des Fahrzeugaufbaues. Ist eine ausreichende Ladungssicherung durch den Fahrzeugaufbau allein nicht gewährleistet, sind geeignete Hilfsmittel zu benutzen; siehe auch § 22 Abs. 1.“

Gesetzliche Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien und Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung

Wichtige Paragraphen zur Ladungssicherung aus StVZO, StVO und UVV „Fahrzeuge“

✻ Aufenthalt im Gefahrbereich (UVV „Fahrzeuge“)

UVV „Fahrzeuge“ (BGV D 29)

Aufenthalt im Gefahrbereich § 38 (2) und (3)

§ 38 (2) UVV „Fahrzeuge“

„Vor dem Öffnen der Bordwände ist festzustellen, ob Ladungsdruck gegen diese vorliegt.“

§ 38 (3) UVV „Fahrzeuge“

„Aufbauverriegelungen sind möglichst von einem Standort außerhalb des Gefahrbereiches zu öffnen.“

Durchführungsanweisungen (DA)

„Müssen zum Entladen Bordwandverschlüsse oder andere Aufbauverriegelungen betätigt werden, sind die Gefahren durch das unbeabsichtigte Aufschlagen der Bordwände oder der Aufbauteile und das Herabfallen nachrückenden Ladegutes zu berücksichtigen.

Kippeinrichtungen dürfen daher erst betätigt werden, nachdem die von Hand zu betätigenden Bordwandverschlüsse geöffnet sind.“

Weitere Ausführungen zu § 38 (2) und (3) UVV „Fahrzeuge“ siehe unter Kapitel „Vorsicht beim Öffnen von Bordwänden!“ Seite 242.

✻ Fahrweise (UVV „Fahrzeuge“)

UVV „Fahrzeuge“ (BGV D 29)

Fahrweise § 44 (3)

§ 44 (3) UVV „Fahrzeuge“

„Der Fahrzeugführer hat die Fahrweise so einzurichten, dass er das Fahrzeug sicher beherrscht. Insbesondere muss er die Fahrbahn-, Verkehrs-, Sicht- und Witterungsverhältnisse, die Fahreigenschaften des Fahrzeuges sowie Einflüsse durch die Ladung berücksichtigen.“

Übrigens: Sichtbehinderung durch Frontscheibendekoration

Im Zusammenhang mit den Forderungen aus § 23 (1) StVO und aus § 44 (3) BGV D 29 sei hier einmal kurz vom Thema „Ladungssicherung“ aus gegebener Veranlassung abgewichen. In beiden Paragraphentexten wird auch auf die Sicht eingegangen, die der Fahrzeugführer auf die Fahrbahn haben soll und die nicht zu beeinträchtigen ist. Die meisten Fahrzeughersteller haben dafür gesorgt, die Fahrzeuge, ob nun Pkw oder Lkw, mit großflächigen Frontscheiben auszurüsten, um eine optimale Sicht des Fahrzeugführers auf die Fahrbahn zu gewährleisten.

In letzter Zeit hat die Unsitte zugenommen, diese Sicht durch Innendekoration des Führerhauses derart einzuschränken, dass z. T. nur noch „Sehschlitze“ übrig bleiben. Allein gegen den Vornamen „Micha“ dürfte nichts einzuwenden sein (Abb. 3). Jedoch gegen das Schild selbst, welches das Sichtfeld des Fahrers erheblich verkleinert, muss Einwand erhoben werden. Weitere aufgehängte Wimpel- und Fähnchengirlanden, Aufkleber und Andenken, aufgestellte Kaffeemaschine und Fernseher (Abb. 4) engen die Sicht bei einigen Fahrzeugen derart ein, dass sie sofort aus dem Verkehr gezogen werden müssten und erst nach Beseitigung dieser Gefahrenquellen ihre Fahrt fortsetzen dürften. Es ist zu hoffen, dass dieser Unfug aufhört, denn er stellt einen klaren Verstoß gegen bestehende Vorschriften dar.

Abb. 3

Abb. 4

Gesetzliche Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien und Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung

Regeln der Technik:

In den vorab zitierten Vorschriften aus StVZO, StVO und UVV „Fahrzeuge“ werden überwiegend Forderungen allgemeiner Art erhoben. Wie jedoch im Einzelnen eine Ladung zu sichern ist oder wie ein Fahrzeug, z.B. mit Zurrpunkten, vorschriftsmäßig auszurüsten ist, sagen die Regeln der Technik.

✻ VDI 2700 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen“

Deckblatt siehe Anhang 6.

Diese Richtlinie gibt wertvolle praktische Hinweise zur Durchführung einer geeigneten Ladungssicherung für verschiedene Transportgüter, Auswahl und Einsatz von Hilfsmitteln sowie über die richtige Lastverteilung.

Sie sollte als Nachschlagewerk in keinem Betrieb fehlen, in dem die Verladung oder Beförderung bestimmter Ladegüter zum üblichen Arbeitsablauf gehören.

Die Richtlinie gilt als Basiswerk. Im Zuge ihrer Überarbeitung entstanden Folgeblätter, die konkretere Hinweise bezüglich des Transportes bestimmter Ladegüter geben, sich aber auch mit unterschiedlichen Verkehrsarten und dem System Ladungssicherung mit allen maßgeblichen Einflussgrößen beschäftigen. Auf die Folgeblätter wird im Weiteren eingegangen.

✻ VDI 2701 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Zurrmittel“

Deckblatt siehe Anhang 7.

Diese Richtlinie gilt für Zurrmittel zur Ladungssicherung und beschreibt für die Zurrmittel „Zurrgurt“, „Zurrkette“ und „Zurrdrahtseile“ Herstellungskriterien, Anwendungs-, Prüf- und Ablegehinweise. Näheres zur VDI 2701 siehe unter Abschnitt „Zurrmittel“, Seite 179.

✻ VDI 2702 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Zurrkräfte“

Deckblatt siehe Anhang 8.

Diese Richtlinie befasst sich mit der Ermittlung von Zurrkräften, die zur Ladungssicherung bei den verschiedenen Zurrmethoden (Niederzurren, Schrägzurren, Diagonalzurren) erforderlich sind und der daraus resultierenden Auswahl der entsprechenden Zurrmittel bezüglich ihrer zulässigen Zugkraft. Das Arbeiten mit dieser Richtlinie setzt gewisse mathematische Kenntnisse voraus. Hinweise zu dieser Richtlinie sind dem Abschnitt „Berechnungsbeispiele für gebräuchliche Zurrmethoden“, Seite 56, zu entnehmen.

✻ VDI 2700 Blatt 4 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Lastverteilungsplan“

Deckblatt siehe Anhang 9

Durch diese Richtlinie werden die Angaben der VDI 2700 zum Lastverteilungsplan konkretisiert.

Sie gilt für alle Lastkraftwagen, Anhänger (Gelenkdeichsel- und Starrdeichselanhänger), Sattelkraftfahrzeuge (Sattelanhänger) sowie Spezialfahrzeuge.

✻ VDI 2700 Blatt 5 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Qualitätsmanagement-Systeme“

Deckblatt siehe Anhang 10

Diese Richtlinie soll dem Anwender das System Ladungssicherung mit allen maßgeblichen Einflussgrößen beschreiben.

Sie gibt dem Unternehmer ein Hilfsmittel an die Hand, mit dem er die Ladungssicherung als Qualitätsfaktor in sein betriebliches Qualitätssicherungssystem intergrieren kann.

✻ VDI 2700 Blatt 7 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Ladungssicherung im kombinierten Ladungsverkehr (KLV)“

Deckblatt siehe Anhang 11

Dieses Blatt ergänzt die Richtlinie VDI 2700 durch die Besonderheiten im kombinierten Ladungsverkehr „Straße/Schiene“. Beim KLV „Straße/Schiene“ werden Ladeeinheiten in der Regel mit genormten Abmessungen von und zu den Umschlagbahnhöfen auf der Straße und im Hauptlauf auf der Schiene befördert.

Die Richtlinie gibt Hinweise bezüglich der Transportbeanspruchungen, der Anforderungen an die Ladeeinheiten und der Sicherung in den Ladeeinheiten.

✻ VDI 2700 Blatt 8 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Sicherung von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen auf Autotransportern“

Deckblatt siehe Anhang 12

In dieser Richtlinie werden Autotransporter betrachtet, die für den Transport von Pkw, Kleinbussen und Nkw-Kombis unter 4,0 t zulässigem Gesamtgewicht geeignet und entsprechend ausgerüstet sind. Die Ladeflächen der betrachteten Autotransporter bestehen aus Fahrbahnelementen, die zur kraft- und formschlüssigen Aufnahme der Ladungssicherungshilfsmittel geeignet sein müssen. Die aufgezeigten Ladungssicherungsmöglichkeiten stellen Beispiele für eine ausreichende Befestigung der zu transportierenden Fahrzeuge dar.

Gesetzliche Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien und Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung

✻ Weitere VDI-Richtlinien „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen“ befinden sich zur Zeit (Stand März 2002) mit folgenden Untertiteln noch in Vorbereitung:

– VDI „Ladungssicherungshilfsmittel“
– VDI „Zusammenladung von Stückgütern“
– VDI „Ladungssicherung beim Transport von Papierrollen“
– VDI „Ladungssicherung von Betonteilen“
– VDI „Ladungssicherung bei Getränketransporten“
– VDI „Baustahlmatten“

✻ DIN EN 12195-2 „Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen; Sicherheit; Teil 2: Zurrgurte aus Chemiefasern“

Deckblatt siehe Anhang 13

Diese Norm behandelt den Zurrgurt. Sie legt Sicherheitsanforderungen zum sicheren Transport von Ladungen auf Fahrzeugen fest.

Als Grundlage zur Erarbeitung dieser Norm diente die bis Februar 2001 gültige DIN 60060 Teil 1 „Zurrgurte aus Chemiefasern zur Ladungssicherung von Lasten auf Nutzfahrzeugen zur Güterbeförderung“, die vollständig in die europäische Norm übernommen wurde.

✻ DIN EN 12195-3 „Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen; Sicherheit; Teil 3: Zurrketten“

Deckblatt siehe Anhang 14

Diese Norm legt Sicherheitsanforderungen für Zurrketten und Zurrkombinationen mit Ketten zum sicheren Transport von Ladungen auf Straßenfahrzeugen fest. Sie behandelt Gefährdungen, die bei der bestimmungsgemäßen Anwendung von Zurrketten auftreten können.

Das Technische Komitee CEN/TC 168/WG 6 hat die Aufgabe übernommen, das gesamte Vorschriftenwerk aller CEN-Mitgliedsstaaten einheitlich zusammenzufassen und zu harmonisieren. Zur Zeit (März 2002) liegen folgende Normen noch im Entwurf vor bzw. befinden sich in Vorbereitung:

„Ladungssicherungseinrichtungen, Sicherheit DIN EN 12195
Teil 1: Berechnung von Zurrkräften
Teil 4: Zurrdrahtseile“

✻ DIN EN 12640 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Zurrpunkte an Nutzfahrzeugen zur Güterbeförderung; Mindestanforderungen und Prüfung“

Deckblatt siehe Anhang 15

Wie bereits abgehandelt, müssen gemäß § 22 (1) UVV „Fahrzeuge“ ab 1. Oktober 1993 erstmals in Verkehr gebrachte Pritschenfahrzeuge und Tieflader mit Zurrpunkten ausgerüstet sein.

Als Grundlage zur Erarbeitung dieser Norm diente die DIN 75410 Teil 1, die als Vorschlag für eine europäische Norm eingebracht und fast vollständig übernommen wurde.

Die DIN EN 12640 legt Mindestanforderungen und Prüfungen für Zurrpunkte an Lastkraftwagen und Anhängern mit Pritschenaufbauten mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3,5 t fest, die zur Stückgutbeförderung bestimmt sind. Weitere Ausführungen siehe Abschnitt „Zurrpunkte“, Seite 172

✻ DIN 75410 Teil 1 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Zurrpunkte an Nutzfahrzeugen zur Güterbeförderung; Mindestanforderungen“

Deckblatt siehe Anhang 16

Mit dem Erscheinen der europäischen Norm über Zurrpunkte (DIN EN 12640) wurde die DIN 75410 Teil 1 komplett ersetzt. Das bedeutete, dass es für Zurrpunkte auf Fahrzeugen bis 3,5 t keine Regelung mehr gab. Um den damit bestehenden Regelungsbedarf zu decken, wurde die DIN 75410 Teil 1 für Fahrzeuge bis einschließlich 3,5 t wiederbelebt. Abweichend von der europäischen Norm werden hier jedoch keine Zurrpunkte in der Stirnwand von Fahrzeugen gefordert.

✻ DIN 75 410 Teil 2 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Ladungssicherung in Pkw, Pkw-Kombi und Mehrzweck-Pkw“

Deckblatt siehe Anhang 17.

Gemäß Durchführungsanweisungen schließt die Forderung aus § 22 (1) UVV „Fahrzeuge“ auch Fahrzeugaufbauten und Ladeflächen von Pkw-Kombi ein, mit dem Querverweis auf DIN 75 410 Teil 2. Da sich die zu sichernde Ladung im Pkw oder Pkw-Kombi direkt in der

Fahrgastzelle befindet, werden hier für die Auslegung der Zurrpunkte und der Rückhalteeinrichtungen Verzögerungswerte für einen genormten Fahrzeugaufprall angesetzt. Bestimmte Prüfkörper müssen bei einer vorgegebenen Aufprallgeschwindigkeit von den Rückhalteeinrichtungen aufgehalten werden. Weitere Ausführungen siehe unter Abschnitt „Ladungssicherung in und auf Pkw und Pkw-Kombi“, Seite 72.

✻ DIN 75 410 Teil 3 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Ladungssicherung in Kastenwagen“

Deckblatt siehe Anhang 18.

Der Kastenwagen, oft „Transporter“ genannt, kann als Zwischending zwischen Pkw-Kombi und Lkw bezeichnet werden. Führerhaus und Laderaum bilden vielfach eine Einheit. Das Fahrpersonal wird damit unmittelbar durch die Ladung gefährdet. Die DIN 75 410 Teil 3, Ausgabe April 1996, ist das erste Regelwerk, welches konkrete Ladungssicherungsanforderungen an Kastenwagen zum Inhalt hat. Auch auf diese Norm wird in den Durchführungsanweisungen zum § 22 (1) UVV „Fahrzeuge“ verwiesen. Weitere Ausführungen siehe unter Abschnitt „Ladungssicherung in Kastenwagen“, Seite 78.

Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung

UVV „Fahrzeuge“ (BGV D 29)

Anweisungen § 34 (2)

§ 34 (2) UVV „Fahrzeuge“

„Müssen zur Verhütung von Unfällen beim Betrieb von Fahrzeugen besondere Regeln beachtet werden, hat der Unternehmer Betriebsanweisungen in verständlicher Form und Sprache aufzustellen. Diese sind den Versicherten zur Kenntnis zu bringen.“

In den Durchführungsanweisungen zu § 34 (2) UVV „Fahrzeuge“ wird nur beispielhaft aufgeführt, in welchen Fällen Betriebsanweisungen zu erstellen sind. „Mit Sicherheit“ wird dieses besonders erforderlich, wenn nicht alltägliche Ladungen zur Beförderung gesichert werden müssen.

Gesetzliche Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien und Betriebsanweisungen zur Ladungssicherung

Manches Lade- und Fahrpersonal dürfte überfordert sein, die Kriterien zu erkennen, nach denen die Ladung ordnungsgemäß zu sichern ist. In solchen Fällen muss eine Betriebsanweisung durch den Unternehmer (Verantwortlichen) erfolgen, bevorzugt in schriftlicher Form. In einigen Betrieben ist dies eine Selbstverständlichkeit. Insbesondere von der verladenden Industrie und Wirtschaft werden auf Basis von Vorschriften und Regeln der Technik für spezielle Güter Beladevorschriften für das Lade- und Fahrpersonal erarbeitet (Abb. 5). Ausschlaggebend hierfür dürfte sein, dass nach geltendem Recht auch der Absender (Versender, Verlader) für eine nicht beförderungssichere Verladung zur Verantwortung gezogen werden kann.

Abb. 5: Interne Beladevorschriften

Abb. 6: Dachgepäckträger mit gesicherter Leiter

Ungenügende oder gar fehlende Ladungssicherung ist die Ursache vieler vermeidbarer Unfälle. Bei jeder Geschwindigkeits- und Richtungsänderung eines Fahrzeugs treten Kräfte auf, die die Ladung zum Verrutschen, Verrollen, Umfallen oder Herabfallen bringen können. Die Folgen können sein, dass das Fahrzeug dem Fahrer außer Kontrolle gerät, umkippt oder dass es zur Zerstörung des Führerhauses durch die Ladung kommt. Dadurch werden nicht

Abb. 7: Pkw-Kombi mit zusätzlich gespannter Rückhaltesicherung

Abb. 8: Blechpaket durch Zurrgurte und rutschhemmende Zwischenlagen gesichert.
Siehe auch Hinweis zu Abb. 56

nur das Fahrpersonal, sondern auch alle übrigen Verkehrsteilnehmer gefährdet. Um derartige Unfälle und Schäden zu vermeiden, gelten für jeden Transport folgende Grundregeln:

1. Je nach Ladegut ist ein **geeignetes Fahrzeug** erforderlich, das durch Aufbau und Ausrüstung die durch die Ladung auftretenden Kräfte sicher aufzunehmen vermag.

2. Der **Ladungsschwerpunkt** soll möglichst auf der Längsmittellinie des Fahrzeugs liegen und ist so niedrig wie möglich zu halten. Schweres Gut unten, leichtes Gut oben.

3. **Zulässiges Gesamtgewicht** bzw. **zulässige Achslasten** nicht überschreiten. **Mindestachslast** der Lenkachse nicht unterschreiten.

Abb. 9: Gesicherter Pkw auf Spezialfahrzeug

Bei Teilbeladung für Gewichtsverteilung sorgen, damit jede Achse anteilmäßig belastet wird (siehe Kapitel „Lastverteilung“).

4. Ladung so verstauen oder durch geeignete Hilfsmittel sichern, dass sie unter üblichen Verkehrsbedingungen nicht verrutschen, verrollen, umfallen, herabfallen oder ein Kippen des Fahrzeugs verursachen kann. Vollbremsungen, scharfe Ausweich-

Abb. 10: Gesicherte Ladung beim Schwertransport

manöver sowie unvorhersehbare schlechte Straßen- und Witterungsverhältnisse oder auch Kombinationen dieser Zustände gehören zu den üblichen Verkehrsbedingungen und sind durch entsprechende Ladungssicherung zu berücksichtigen.

5. **Fahrgeschwindigkeit** je nach Ladegut auf Straßen- und Verkehrsverhältnisse sowie auf die **Fahreigenschaften** des Fahrzeugs abstimmen.

Bei Einhaltung dieser fünf Grundregeln ist für die Ladungssicherung schon viel getan. Sie gelten für den Transport von Gütern sowohl im öffentlichen als auch im innerbetrieblichen Verkehr, egal welches Transportfahrzeug zum Einsatz kommt (siehe Abb. 6 – 10).

Physikalische Grundlagen zur Ladungssicherung

Begriffe

Im Zusammenhang mit der Ladungssicherung werden folgende Begriffe – ob nun physikalisch richtig oder falsch – häufig genannt:

- Kraft
- Masse
- Gewicht
- Geschwindigkeit
- Beschleunigung/Verzögerung
- Reibung
- Energie

Was vor allem bei den ersten drei Begriffen im täglichen Sprachgebrauch oft „in einen Topf geworfen“ wird, hat bei näherer Betrachtung völlig unterschiedliche Bedeutungen. Zum besseren Verständnis sollen vorab kurz die Einheiten erläutert werden.

Gemäß „Gesetz über Einheiten im Messwesen“ (SI-Einheiten) sind anzugeben:

- die Masse m in Kilogramm [kg]
- die Länge / der Weg s (Strecke) in Meter [m]
- die Zeit t in Sekunden [s]
- die Geschwindigkeit v in Meter pro Sekunde [m/s]
- die Beschleunigung a in Meter pro Sekunde zum Quadrat [m/s^2]
- die Kraft F in Newton [N] (1 N = 1 kgm/s^2)

Diese Vereinheitlichung gilt weltweit. Dadurch sollen u. a. Differenzen vermieden werden, wie sie beim Umrechnen von Einheiten entstehen können. Obwohl diese SI-Einheiten bereits in den sechziger Jahren beschlossen und durch das besagte Gesetz 1970 verbindlich wurden, setzen sie sich nur sehr langsam durch. Dies dürfte jedoch mehr ein Generationenproblem sein, als dass wirklich sachliche Gründe vorliegen – man denke nur an das altbekannte „Pfund“, mit dem im Lebensmitteleinzelhandel heute noch gerechnet wird.

✻ Kraft und Masse

Wenn ein Körper beschleunigt oder abgebremst werden soll, ist dazu eine Kraft erforderlich. Diese Kraft, die dazu benötigt wird, hängt im Wesentlichen von zwei Faktoren ab:

- von der Masse m des Körpers in Kilogramm [kg] („Wie schwer ist der Körper?“) und

- von der Stärke, mit der ein Körper beschleunigt oder abgebremst wird. Beim Abbremsen spricht der Fachmann von der „negativen Beschleunigung“. Die Beschleunigung a in Meter pro Sekunde zum Quadrat [m/s^2] ist der Wert, der angibt, um wieviel sich die Geschwindigkeit eines Körpers in einer Sekunde verändert.

Anwendungsbeispiel: „Abbremsen eines fahrenden Schlittens“ (Abb. 11)
(Ausführlicher Rechengang siehe Anhang 1)

Am Ende einer sehr glatten Rodelbahn versucht ein Vater, den mit seinen zwei Kindern besetzten Schlitten aufzuhalten, bevor die rasante Fahrt durch einen Baumstumpf gestoppt wird. Um den mit einer Geschwindigkeit von v = 5 m/s (entspricht = 18 km/h) ankommenden, insgesamt m = 50 kg (Masse) schweren Schlitten auf einer Strecke von s = 2,5 m abzubremsen, benötigt der Vater eine Kraft von F = 250 N (Newton). Diese Kraft von 250 N ist annähernd gleichzusetzen mit einer durch den Vater aufgebrachten „Gegenmasse“ von 25 kg.

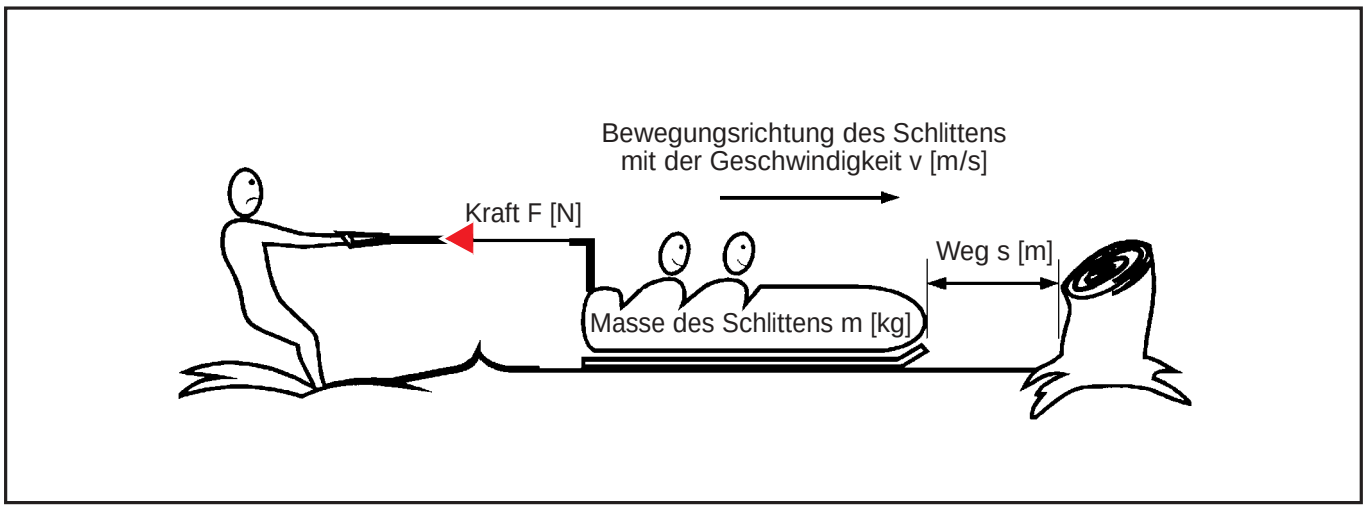


Abb. 11: Abbremsen eines fahrenden Schlittens

Hinweis

Zur Vereinfachung haben sich im Bereich der Ladungssicherung die Kräfteangaben in der Einheit daN (deka-Newton) durchgesetzt. „Deka“ bedeutet, dass der Newton-Wert durch den Faktor 10 dividiert (geteilt) wurde, so dass er mit der kg-Angabe annähernd gleichzusetzen ist.

Somit ergibt sich in Anlehnung an das Rechenbeispiel:
F = 250 N = 25 daN ≈ 25 kg

Dieser „Trick“ hat zwei Vorteile:

1. Die daN-Angabe erfüllt die Verpflichtungen, die sich aus dem eingangs erwähnten „Gesetz über Einheiten im Messwesen“ ergeben.

2. Aufgrund der Vergleichbarkeit der daN- mit den kg-Angaben sind diese Werte für den täglichen Umgang „griffiger“ und reduzieren dadurch mögliche Fehlerquellen.

✻ Gewicht und Gewichtskraft

Mit dem gebräuchlichen Begriff Gewicht ist die Gewichtskraft gemeint. Die Gewichtskraft ist die Kraft, mit der ein Körper von der Erde angezogen wird. Dass es sich dabei tatsächlich um eine Kraft handelt ist daran zu erkennen, dass ein freifallender Körper bis zu einer vom Luftwiderstand abhängigen Endgeschwindigkeit ununterbrochen beschleunigt wird. Diese Beschleunigung, die man mit dem Buchstaben g kennzeichnet und „Normfallbeschleunigung“ (oder „Erdbeschleunigung“) nennt, beträgt konstant ca. 9,81 m/s^2. Dies entspricht einer Beschleunigung von v = 0 km/h auf v = 100 km/h in einer Zeit t von ungefähr 2,8 s.

Die Erdanziehungskraft wirkt ständig auf alle Körper, auch auf den Menschen. Es ist leicht zu erkennen, wenn sich eine Person auf die Waage stellt. Durch die Gewichtskraft drücken sich die Federn in der Waage zusammen. Dieser Federweg wird auf der Waage als Kraft angezeigt. Richtigerweise müsste diese Anzeige das Gewicht natürlich in Newton [N] angeben, doch die kg-Einteilung ist – wie schon erwähnt – z.Z. einfach gebräuchlicher.

✻ Reibung

Die Reibungskraft ist eine Widerstandskraft gegen das Verschieben eines Körpers auf einer Unterlage. Sie wirkt dabei immer entgegen der Bewegungsrichtung. Man unterscheidet zwischen zwei Arten von Reibungskräften, der Haftreibung und der Gleitreibung:

- Haftreibung ist die Widerstandskraft, die ein ruhender Körper dem Verschieben auf seiner Unterlage entgegensetzt.

- Gleitreibung ist die Widerstandskraft, die ein bewegter Körper dem weiteren Verschieben auf seiner Unterlage entgegensetzt.

Zu beachten ist, dass die Haftreibung stets größer als die Gleitreibung ist.

Dazu ein Beispiel aus der Praxis:

Jemand versucht vergeblich, alleine eine Kiste zu verschieben. Erst als eine zweite Person zu Hilfe eilt und mitarbeitet, setzt sich die Kiste in Bewegung. Gemeinsam haben beide die Haftreibung überwunden. Nun lässt sich die Kiste mühelos von nur einer Person weiterbewegen (Gleitreibung wirkt!).

Merke: Haftreibung ist stets größer als Gleitreibung!

Bei der Ladungssicherung beschränkt man sich ausschließlich auf die Gleitreibung. Es wird davon ausgegangen, dass die Ladung beim Fahrbetrieb durch die Fahrzeugschwingungen in eine Art Schwebezustand gerät und dadurch dem Verrutschen keinen erhöhten Anfangswiderstand entgegensetzen

Material-paarung	Gleitreibungszahl μ		
	trocken	naß	fettig
Holz/Holz	0,20-0,50	0,20-0,25	0,05-0,15
Metall/Holz	0,20-0,50	0,20-0,25	0,02-0,10
Metall/Metall	0,10-0,25	0,10-0,20	0,01-0,10
Beton/Holz	0,30–0,60	0,30-0,50	0,10-0,20

Abb. 12: Tabelle der Gleitreibungszahlen verschiedener Materialpaarungen
Quelle: VDI 2700 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen“. Weitere, insbesondere für die Ladungssicherung relevante Reibwerte sind zusätzlich in der VDI 2700 aufgeführt.
(Gleitreibungszahlen, die innerhalb eines BGF-Forschungsprojektes ermittelt wurden, siehe Anhang 19.)

kann. Die Höhe des Reibungswiderstandes – die „Gleitreibungszahl“ μ (sprich: „mü“) – hängt von der Materialpaarung ab, d.h. vom Material der Körper (Ladung) und dem der Unterlage (Ladefläche).

Wie aus Abb. 12 unschwer zu erkennen ist, unterliegen die Werte sehr starken Schwankungen. Das kann zum einen vom Material selbst abhängen – von der Härte und Oberflächenbeschaffenheit –, zum anderen von äußeren Einflüssen wie Öl, Fett, Farbe oder Witterungsbedingungen (Regen, Schnee, Eis).
Da diese vielen Einflussfaktoren immer wieder zu Unsicherheiten und Meinungsverschiedenheiten in der Praxis führen, werden im Zuge der europäischen Normung folgende Werte diskutiert: Gleitreibungszahl μ bei einer Holzladefläche 0,2 und bei einer aus Metall 0,1. Es sei denn, der Ladeflächenhersteller bescheinigt – z.B. durch Versuche ermittelt – höhere Werte.

Was besagt die Reibungszahl μ?
Bezogen auf die genannten Werte 0,2 bei Holz und 0,1 bei Metall bedeutet sie, dass ein auf einer waagerechten Holzladefläche liegender Körper dem Verschieben eine Reibungskraft (Widerstandskraft) vom 0,2fachen, d.h. 20 % seiner Gewichtskraft, entgegensetzt, bei Metall nur dem 0,1fachen (10 %).
Die Reibungs- oder Widerstandskraft errechnet sich bei einer waagerechten Unterlage nach der Formel

$$F_R = \mu \cdot F_G$$

oder – falls F_G nicht bekannt ist – :

$$F_R = \mu \cdot m \cdot g$$

Dabei sind:

- F_R die Reibungskraft (Widerstandskraft) in Newton [N]
- μ die Gleitreibungszahl [ohne Einheit]
- F_G die Gewichtskraft des Körpers (der Ladung) in Newton [N]
- m die Masse des Körpers (der Ladung) in Kilogramm [kg]
- g die Normfallbeschleunigung 9,81 m/s^2

Anwendungsbeispiel:

Mit welcher Reibungskraft (Widerstandskraft) F_R wird die Ladung allein durch Reibung auf der Ladefläche gehalten?

Angenommene Werte:

$\mu_{Holzladefläche} = 0{,}2$

$m_{Ladung} = 1000\ kg$

somit ergibt sich:

$F_G = m \cdot g = 1000\ kg \cdot 9{,}81\ m/s^2 \approx 10\,000\ N$

$F_R = \mu \cdot F_G = 0{,}2 \cdot 10\,000\ N = 2000\ N = 200\ daN \approx 200\ kg$

Einfach ausgedrückt: Einer Ladung von 1000 kg Masse setzen sich bei einer waagerechten Holzladefläche 200 kg Reibungs- bzw. Widerstandsmasse (20 % von 1000 kg) dem Verschieben entgegen. Dieses als Beispiel gewählte Verhältnis von 20 % ($\mu = 0{,}2$) bliebe im Übrigen bei einer Veränderung der Masse gleich – egal, ob die Ladung 10 kg oder 25 000 kg „schwer“ ist.

Merke: Die Reibungszahl μ ändert sich nicht bei Vergrößerung oder Verkleinerung der Masse oder der Auflagefläche, sie bleibt konstant!

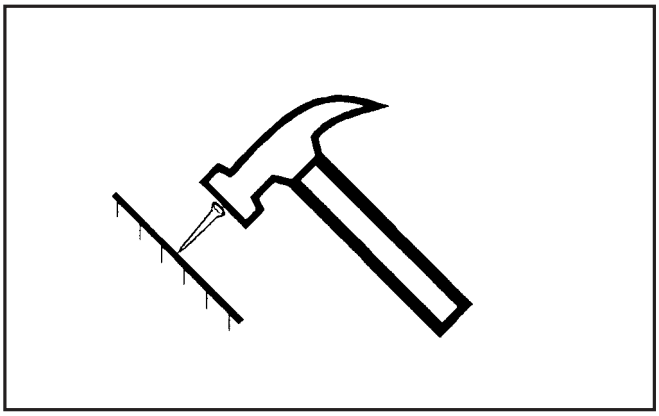
Dieser Satz ist enorm wichtig und wird in den folgenden Kapiteln noch zu beachten sein.

✻ Energie

Die Formel für die Energieberechnung lautet:

$$W_{kin} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Ihre Bedeutung für die tägliche Praxis soll folgendes Beispiel verdeutlichen:



Wenn ein Nagel in eine Wand getrieben werden soll, wird das üblicherweise mit möglichst weit ausholenden Schlägen getan. Niemand käme auf die Idee, einen Nagel mit dem Hammer in die Wand zu d r ü c k e n . Warum? Die Erfah-

rung zeigt, dass das Einschlagen des Nagels um so leichter fällt, je höher die Auftreffgeschwindigkeit des Hammers ist. Auch die Hammermasse (Gewicht des Hammers) spielt dabei eine Rolle, ist aber im Vergleich zur Auftreffgeschwindigkeit von eher untergeordneter Bedeutung. Die physikalische Gesetzmäßigkeit, die – nicht nur – beim Hämmern zum Tragen kommt, wird als Bewegungsenergie („kinetische“ Energie) bezeichnet und mit dem Zeichen W_{kin} abgekürzt. Sie tritt immer dann auf, wenn Gegenstände in Bewegung sind.

Es soll noch einmal das „Schlittenbeispiel“ aus dem Abschnitt „Kraft und Masse“ zur Anschauung herangezogen werden (ausführlicher Rechengang siehe Anhang 3). Die Kraft F von 250 N (25 daN ≈ 25 kg), die der Vater zum Abbremsen des Schlittens auf der angenommenen Strecke s = 2,5 m benötigt, hängt zum einen von der Masse des besetzten Schlittens, zum anderen von dessen Geschwindigkeit ab. Der Unterschied zwischen beiden Einflussgrößen liegt nun darin, dass die Masse m des Schlittens „einfach“, die Geschwindigkeit v jedoch „quadratisch“ eingeht. Konkret ausgedrückt: Eine Verdoppelung der Schlittenmasse m auf 100 kg bewirkt eine Verdoppelung der erforderlichen Kraft F auf 500 N (50 daN ≈ 50 kg), eine Verdoppelung der Geschwindigkeit v auf 36 km/h erfordert jedoch schon eine Vervierfachung der Kraft F auf 1000 N (100 daN ≈ 100 kg).

Führt man dies fort, ist zu erkennen, dass eine Erhöhung der Masse m um den Faktor 4 eine Erhöhung der Kraft F um das 4fache bewirkt. Die Erhöhung der Geschwindigkeit v um denselben Faktor 4 bewirkt bei der Kraft F jedoch eine Zunahme um das (4 x 4=) 16 fache! Diese physikalische Gesetzmäßigkeit, die der Fahrer nicht beeinflussen kann, macht ins Rutschen gekommene Ladung so gefährlich.

Wer sich in einem mit mehr als 200 km/h auf einer geraden Strecke dahinrasenden Zug befindet, spürt von der Geschwindigkeit fast nichts. Nur die draußen „vorbeihuschenden“ Bäume und Häuser und die leichte Unruhe im Zug signalisieren in Verbindung mit den auftretenden Fahrgeräuschen: „Es geht ziemlich voran“. Trotz der Geschwindigkeit kann man sich problemlos im Zug bewegen, eine Tasse Kaffee steht auf dem Tisch, ohne dass sie festgehalten werden muss.

✻ Der Bremsvorgang

Diese zuvor geschilderten Bedingungen ändern sich schlagartig, wenn der Zug plötzlich abbremst. Je nachdem, wie stark gebremst wird, ist der stehende

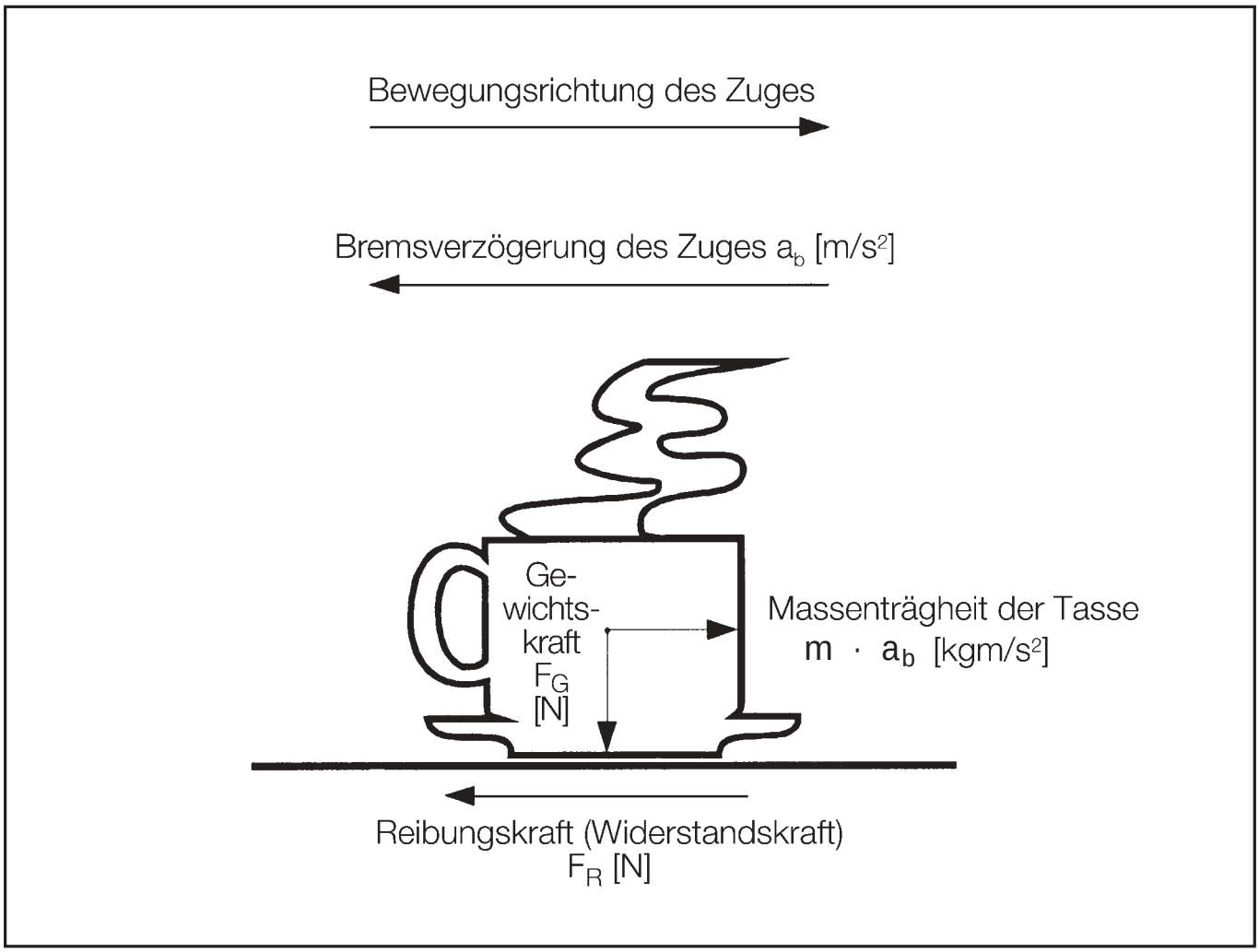


Abb. 14: Kaffeetasse auf einem Tisch

Fahrgast gezwungen, sich festzuhalten, um nicht umzufallen, und der entgegen der Fahrtrichtung sitzende Mitreisende hat unter Umständen die eben noch auf dem Tisch stehende Kaffeetasse auf seinem Schoß. Was ist geschehen?

Nach dem „Trägheitsgesetz“ hat jeder Körper das Bestreben, sich mit der Geschwindigkeit weiter fortzubewegen, die er innehat. Dies bezeichnet man auch mit Massenträgheit („Masse ist das, was einen Körper träge macht“). Auf das Beispiel bezogen geschieht nun beim Bremsen des Zuges Folgendes mit dem Gegenstand „Kaffeetasse“: Der Zug verlangsamt seine Geschwindigkeit um einen bestimmten Verzögerungswert a_b („negative Beschleunigung“). Diese negative Beschleunigung a_b des Zuges wirkt auf die Tasse als echte (positive) Beschleunigung, da sie „versucht“, ihre ursprüngliche Geschwindigkeit beizubehalten. Dass die Tasse sich nicht sofort, sondern erst ab einer bestimmten Bremsverzögerung a_b in Bewegung setzt, hängt mit der Reibungskraft (Widerstandskraft) F_R zusammen, die die Tasse auf dem Tisch bis zu einem bestimmten Grad „festhält“.

Folgende Frage drängt sich jetzt auf: Ab welcher Bremsverzögerung a_b des Zuges beginnt die Tasse sich zu bewegen? Dies soll die folgende Berechnung klären:

Analog der vorangegangenen Berechnung im Abschnitt „Reibung“ folgt:

$$F_R = \mu \cdot F_G$$

$$F_G = m \cdot g$$

Dabei sind:

- F_R die Reibungskraft (Widerstandskraft) in Newton [N]
- μ die Gleitreibungszahl Tasse – Tisch [ohne Einheit]
- F_G die Gewichtskraft des Körpers (der Tasse) in Newton [N]
- m die Masse des Körpers (der Tasse) in Kilogramm [kg]
- g die Normfallbeschleunigung 9,81 m/s^2

Angenommene Werte:

m_{Tasse} = 500 g = 0,5 kg

μ = 0,15

Somit ergibt sich:

$F_G = m \cdot g = 0{,}5\ kg \cdot 9{,}81\ m/s^2 = 4{,}91\ N$

$F_R = \mu \cdot F_G = 0{,}15 \cdot 4{,}91\ N = 0{,}74\ N$

$$a_b > \frac{F_R}{m_{Tasse}} = \frac{0{,}74\,N}{0{,}5\,kg} = \frac{0{,}74\,kgm/s^2}{0{,}5\,kg} = 1{,}47\,m/s^2$$

Das bedeutet, dass die Tasse ab einer Bremsverzögerung des Zuges von $a_b > 1{,}47\ m/s^2$ in Bewegung gerät. Diese Verzögerung ist nicht sehr groß, denn der Zug würde mit diesem Wert bei der angenommenen Geschwindigkeit von 200 km/h eine Strecke von ca. 1 km bis zum Stillstand benötigen.

Ist dieses Ergebnis zu verbessern, d.h. bleibt die Tasse länger stehen, wenn ihre Masse erhöht wird?

Angenommene Werte:

m_{Tasse} = 1000 g = 1,0 kg

μ = 0,15

Somit ergibt sich:

$F_G = m \cdot g = 1{,}0\ kg \cdot 9{,}81\ m/s^2 = 9{,}81\ N$

$F_R = \mu \cdot F_G = 0{,}15 \cdot 9{,}81\ N = 1{,}47\ N$

$$a_b > \frac{F_R}{m_{Tasse}} = \frac{1{,}47\,N}{1{,}0\,kg} = \frac{1{,}47\,kgm/s^2}{1{,}0\,kg} = 1{,}47\,m/s^2$$

Wie man aus der Berechnung unschwer erkennt, ist der Verzögerungswert gleichgeblieben, obwohl die Masse der Tasse verdoppelt wurde! Das bedeutet, ob sich ein Körper in Bewegung setzt oder nicht, ist unabhängig von seiner Masse (siehe auch Anhang 2). Gerade diese Tatsache ist jedoch häufig unbekannt. Der Satz: „Die Ladung ist so schwer, die kann gar nicht verrutschen!“ ist ein großer Irrtum, der schwere Folgen haben kann. Denn die größten Schäden werden üblicherweise durch das Verrutschen schwerer Ladungen verursacht.

Merke: Ladung immer sichern, egal ob sie leicht oder schwer ist!

✻ Fliehkraft (Kurvenfahrt)

Die Massenträgheit bewirkt nicht nur, dass ein Körper versucht, sich mit der ihm einmal mitgegebenen Geschwindigkeit weiterzubewegen. Diese Bewegung ist auch noch geradlinig, d.h. „stur geradeaus“. Soll der Körper eine Kurve beschreiben, kommt eine neue Kraft ins Spiel: die Fliehkraft (Zentrifugalkraft).

Diese Kraft tritt auf, wenn z.B. bei einem Sportfest ein „Hammerwerfer“ die am Stahlseil hängende Kugel im Kreis herumschleudert. Dieses Stahlseil muss je nach Gewicht der Kugel und nach deren Geschwindigkeit, mit der sie im Kreis herumgeschleudert wird, mehr oder minder stark festgehalten werden. Wird dieses Seil losgelassen, bewegt sich die Kugel geradlinig (tangential zur Kreisbahn) in eine Richtung aus dem Abwurfkreis des Hammerwerfers heraus weiter. Folgende mathematische Formel liegt dem zugrunde:

$$F_Z = m \cdot \frac{v^2}{r} \ [N]$$

Das bedeutet:

- je größer die Masse m [kg],
- je größer die Kurvengeschwindigkeit v [m/s]

und/oder

- je kleiner der Kurvenradius r [m],

desto größer wird die Fliehkraft F_Z. Dabei ist ähnlich wie bei der Energie zu beachten, dass die Geschwindigkeit auch hier „quadratisch“ eingeht.

Für den Kraftfahrer, der eine Kurve durchfährt, folgt daraus, dass er es allein in der Hand (im Fuß) hat, die Fliehkraft zu beeinflussen: Er passt die Geschwindigkeit seines Fahrzeugs dem Kurvenlauf an – und zwar rechtzeitig. Denn eine Vergrößerung des Kurvenradius dürfte im Normalfall nur schwer möglich sein (siehe auch Abschnitt „Unfallschwerpunkt Nr. 1: Kurvenfahrt“, Seite 82).

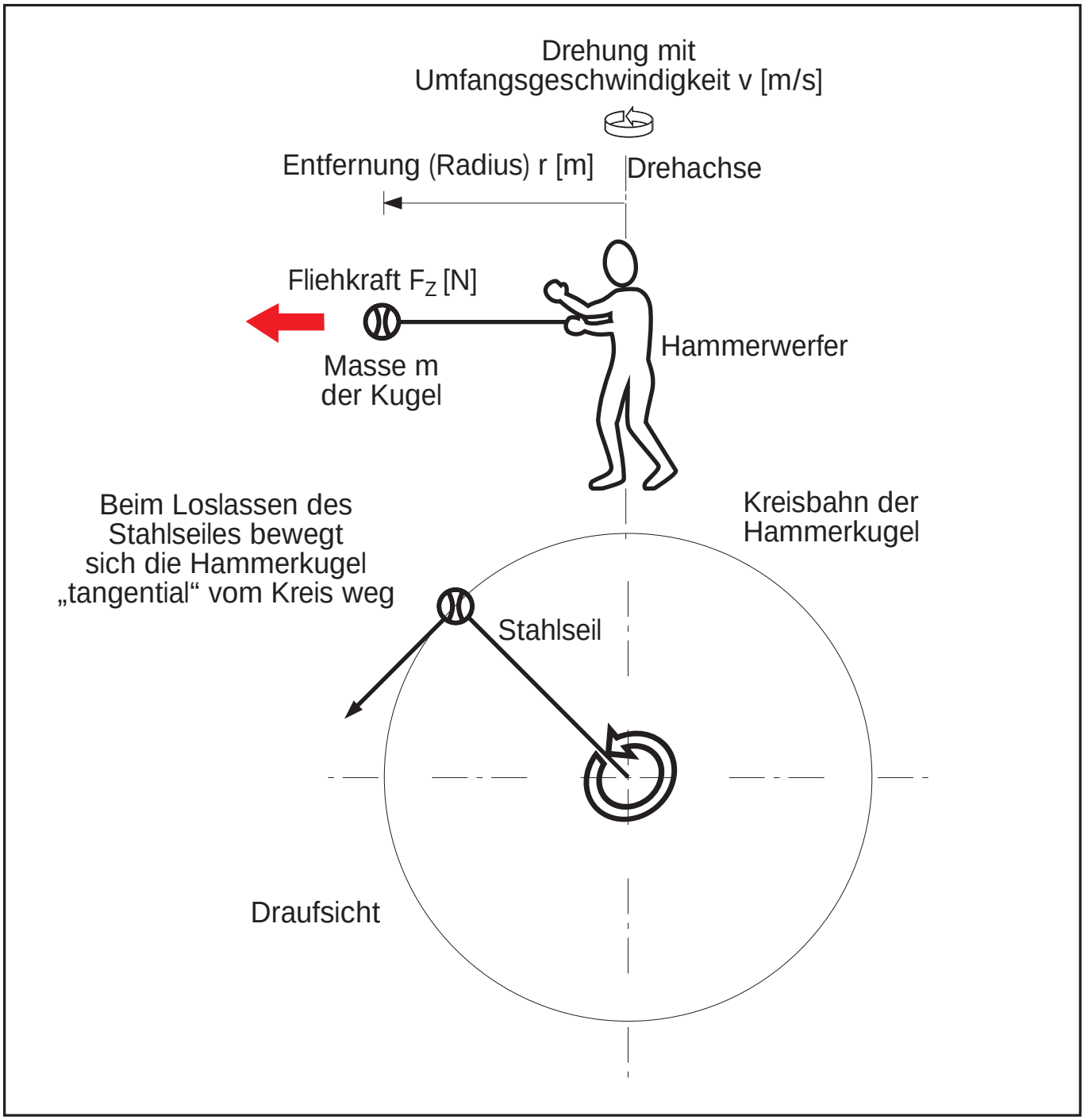


Abb. 15: Hammerwerfer (Prinzipskizze)

Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte

Die Massenkräfte der Ladung

Die im Kapitel „Physikalische Grundlagen zur Ladungssicherung“ an Beispielen erläuterten Zusammenhänge sind auf die Verhältnisse beim Transport von Gütern übertragbar. An einer Lkw-Ladung können aufgrund von Anfahr- und Bremsvorgängen sowie bei Kurvenfahrten Kräfte wirken, gegen die die Ladung zu sichern ist.

Nach den anerkannten Regeln der Technik, wie den VDI-Richtlinien 2700, und voraussichtlich auch nach künftigen europäischen Normen sind die zu berücksichtigenden maximalen Massenkräfte für den Fahrbetrieb wie in Abb. 16 dargestellt festgelegt.

Hinweis

Die hier festgelegten Massenkräfte gelten nur für den Straßenverkehr. Die entsprechenden Werte für Huckepack-, Kombi-, RoRo-Transporte etc. können zum Teil erheblich abweichen.

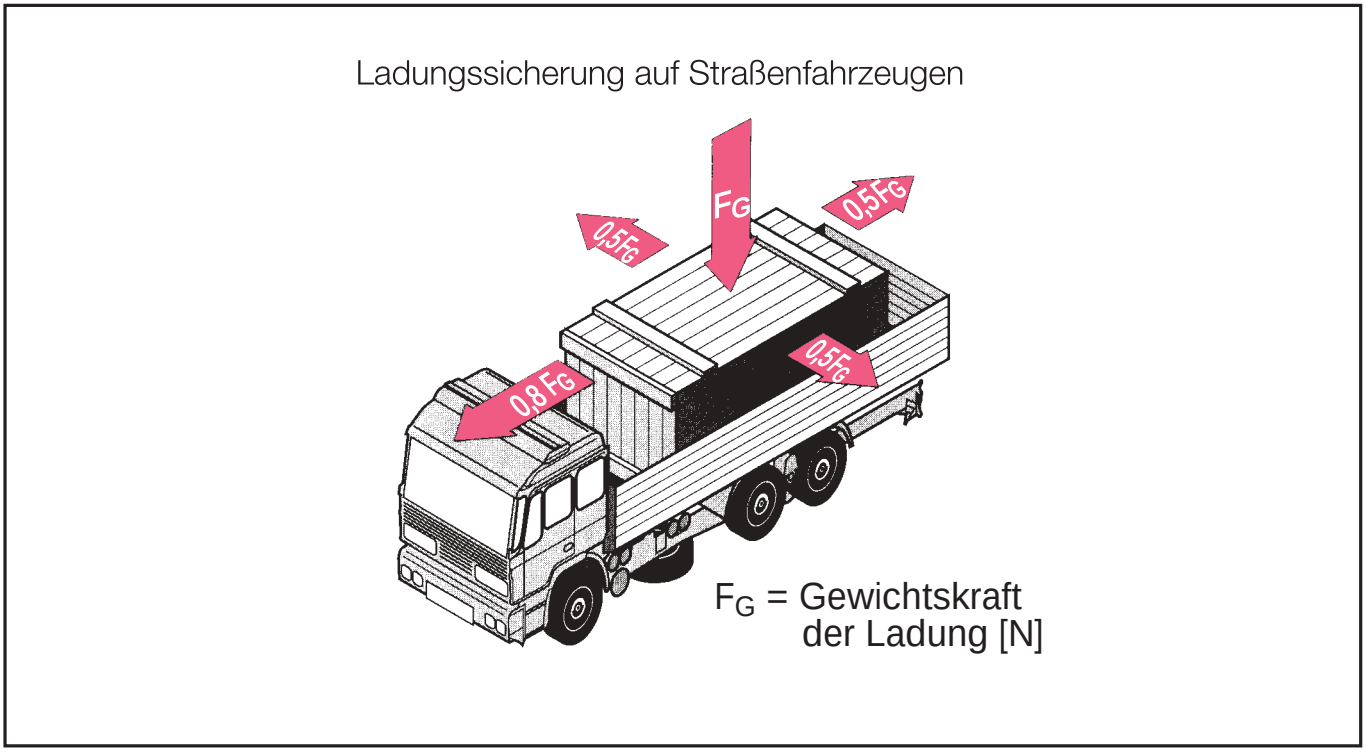


Abb. 16: Massenkräfte im Fahrbetrieb

Worauf basiert diese Festlegung?

Bei der Sicherung der Ladung gegen Bewegen nach vorne ist zu beachten, dass bei einer Vollbremsung Spitzenverzögerungswerte um 8 m/s² erreicht werden können. Aus diesem Grund sind Massenkräfte von 0,8 x F_G (s. Abb. 16), das entspricht 80 % des Ladungsgewichtes, zu berücksichtigen.

Das bedeutet für eine Ladung von 1000 daN Gewichtskraft (ca. 1000 kg Masse):

$F_V = 0{,}8 \cdot 1000$ daN = 800 daN (ca. 800 kg) nach vorne wirkende Massenkraft.

Übrigens: Die genannten Spitzenverzögerungswerte von ca. 8 m/s² treten unabhängig von der zuvor gefahrenen Geschwindigkeit im allgemeinen erst kurz vor Stillstand des Fahrzeuges auf. Aus diesem Grund ist es völlig unerheblich, ob aus einer Geschwindigkeit von 80 km/h oder 25 km/h bis zum Stillstand abgebremst wird. Jeder kennt diesen Effekt: Bei einem an der Station anhaltenden Omnibus gibt es unmittelbar vor dem Stillstand einen starken Ruck, der einen bis dahin freihändig im Gang stehenden Fahrgast dann doch umzuwerfen droht.

Merke: Ladungssicherung ist immer erforderlich, auch wenn man nur langsam fährt!

Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte

Die Massenkräfte der Ladung entgegen der Fahrtrichtung

Beim Anfahrvorgang sind die gleichen physikalischen Gesetzmäßigkeiten vorhanden wie beim Bremsvorgang – nur in umgekehrter Richtung. Viele haben bestimmt schon einmal beobachtet oder am eigenen Leib gespürt, wie sich die Motorradbeifahrerin beim Anfahren am Fahrer festhält, um nicht unfreiwillig abzusteigen („Klammerbraut“). Übertragen auf die Ladung heißt das: Es wirken Kräfte, die die Fracht von der Ladefläche „ziehen“ wollen. Dies können neben der reinen Anfahrbeschleunigung auch harte Schaltstöße sein („Sambatanz“), vor allem in einer Steigung.

Im Allgemeinen ist in diesen Fällen mit Beschleunigungs- bzw. Verzögerungswerten um 5 m/s^2 zu rechnen, d.h. es wirken entgegen der Fahrtrichtung (nach hinten) Massenkräfte von 0,5 x F_G (siehe Abb. 16), das entspricht 50 % des Ladungsgewichtes.

Das bedeutet für eine Ladung von 1000 daN Gewichtskraft (ca. 1000 kg Masse):

$F_h = 0{,}5 \cdot 1000$ daN = 500 daN (ca. 500 kg) nach hinten wirkende Massenkraft.

Übrigens: Dieser Wert von 0,5 x F_G ist ein Zugeständnis an die Praxis, um die Maßnahmen für eine Ladungssicherung nicht noch weiter zu steigern. Genau genommen müsste der Wert nach hinten auch 0,8 x F_G betragen, denn es hat schon viele „Experten“ gegeben, die beim Zurücksetzen so hart gebremst haben, dass sie mehr oder weniger freiwillig abluden.

Die bei der Kurvenfahrt entstehenden Massenkräfte (Fliehkräfte) müssen gemäß Abb. 16 berücksichtigt werden. Diese treten häufig beim scharfen Abbiegen an Kreuzungen auf und sind besonders gefährlich beim Anhängerbetrieb. Während das Zugfahrzeug (Lkw oder Sattelzugmaschine) bereits die Kurve durchfahren hat und beschleunigt, befindet sich der Anhänger noch in der kritischen Kurvendurchfahrt. Würde eine unzureichend gesicherte Ladung durch die auf sie einwirkende Fliehkraft auch jetzt noch nicht verrutschen, kann ein geringfügiges Anprallen an die Bordsteinkante oder das Überfahren einer Fahrbahnunebenheit (Schlagloch, Bahnübergang) genügen, um sie endgültig in Bewegung zu setzen. Zwei Dinge können dabei passieren:

- Zerstören und Durchbrechen der seitlichen Laderaumbegrenzungen
- Umkippen des Fahrzeuges durch die Schwerpunktverlagerung der Ladung

Abb. 17: Tanzender Lkw?

Abb. 18: Nein, Ladung versetzt!

Der zweite Fall ist sehr häufig zu beobachten. Die immer wieder auftauchenden Zeitungsmeldungen über Umstürze

Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte

Die Massenkräfte der Ladung zu beiden Längsseiten

von Lkw durch „nicht angepasste Geschwindigkeit“ (siehe auch Abschnitt „Unfallschwerpunkt Nr. 1: Kurvenfahrt)“ – vor allem an Autobahnanschlussstellen – dürften in den meisten Fällen auf während der Kurvenfahrt versetzte Ladung zurückzuführen sein.

Unter Einbeziehung aller unwägbaren Faktoren muss deshalb mit Beschleunigungswerten um 5 m/s^2 gerechnet werden. Somit ist zu den Seiten mit Massenkräften von 0,5 x F_G, entsprechend 50 % des Ladungsgewichtes, zu rechnen.

Das bedeutet für eine Ladung von 1000 daN Gewichtskraft (ca. 1000 kg Masse):

$F_q = 0{,}5 \cdot 1000$ daN = 500 daN (ca. 500 kg) zu beiden Seiten (quer zur Fahrtrichtung) wirkende Massenkräfte.

Verbindliche Werte für die Massenkräfte nach oben (vertikal) sind in den VDI-Richtlinien 2700 und 2702 nicht enthalten. Jedoch wird z.Z. im Zuge der europäischen Normung ein vertikaler Wert von 0,8 x F_G diskutiert.

Generell ist aber zu beachten, dass bei bestimmten Sicherungsmethoden vertikale Beschleunigungseinflüsse zu berücksichtigen sind. (Siehe hierzu auch die Ausführungen im Abschnitt „Rutschhemmende Matten“.)

Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte

Reibungskräfte, die unsichtbaren Helfer

Damit die zuvor beschriebenen, im Fahrbetrieb wirkenden Massenkräfte die Ladung nicht in Bewegung setzen können, sind entsprechende Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Wie sind diese zu ermitteln?

Bei der Berechnung der aufzubringenden Kräfte, mit denen die Ladung zu sichern ist, tauchen als unsichtbare Helfer „alte Bekannte“ auf: die Reibungskräfte (Widerstandskräfte). Sie vermindern den Aufwand bei der Ladungssicherung z.T. erheblich.

Die erforderlichen Sicherungskräfte werden unter Beachtung der genannten und in Abb. 16 dargestellten Werte gemäß der nachfolgend aufgeführten Formel ermittelt:

$$F_S = F - F_R$$

Dabei soll aus den im Kapitel „Physikalische Grundlagen“ schon genannten Gründen durchgängig mit Werten in der Einheit daN gerechnet werden.

Es sind:

- F_S die erforderliche Sicherungskraft [daN]
- F die Massenkräfte nach vorne, nach hinten oder zu den Seiten [daN]
- F_R die Reibungskräfte [daN]

Ob die erforderlichen Sicherungskräfte F_S durch Verzurren, Abstützen oder andere Maßnahmen erreicht werden, hängt vom Fahrzeug und vom Ladegut ab. In den folgenden Beispielen soll nun gezeigt werden, wie Sicherungskräfte allein durch Verzurren aufzubringen sind.

Anwendungsbeispiel:

Wie hoch müssen die Sicherungskräfte bei einer lose auf der Pritsche abgelegten Ladung sein?

Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte

Reibungskräfte, die unsichtbaren Helfer

Angenommene Werte:

Ladungsmasse m = 1000 kg
(Gewichtskraft $F_G \approx$ 1000 daN)

Reibungszahl μ = 0,2

Nach Abb. 16 ergeben sich folgende Kräfte:

Massenkraft nach vorne
$F_v = 0{,}8 \cdot F_G = 0{,}8 \cdot 1000$ daN = 800 daN

Massenkraft zu den Seiten
$F_q = 0{,}5 \cdot F_G = 0{,}5 \cdot 1000$ daN = 500 daN

Massenkraft nach hinten
$F_h = 0{,}5 \cdot F_G = 0{,}5 \cdot 1000$ daN = 500 daN

Reibungskraft (Widerstandskraft)
$F_R = \mu \cdot F_G = 0{,}2 \cdot 1000$ daN = 200 daN

Daraus ergibt sich aus der zuvor genannten Formel $F_S = F - F_R$:

Erforderliche Sicherungskraft nach vorne
F_{Sv} = 800 daN – 200 daN = 600 daN

Erforderliche Sicherungskraft zu den Seiten
F_{Sq} = 500 daN – 200 daN = 300 daN

Erforderliche Sicherungskraft nach hinten
F_{Sh} = 500 daN – 200 daN = 300 daN

Die erforderlichen Sicherungskräfte, die durch die Zurrmittel bei einem Ladegut mit 1000 kg Masse aufgebracht werden müssen, betragen bei einer Reibungszahl von 0,2 somit 600 daN nach vorne sowie 300 daN zu den Seiten und nach hinten.

Hinweis

Diese Werte gelten nur bei „standfesten, in sich stabilen Ladeeinheiten“ gemäß VDI 2702 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Zurrkräfte“. Anderenfalls sind noch weitere Faktoren zu berücksichtigen.

Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte

Berechnungsbeispiele für gebräuchliche Zurrmethoden

Beim Aufbringen der im vorhergehenden Abschnitt ermittelten Sicherungskräfte können sich gravierende Unterschiede bezüglich Anzahl und „Stärke“ der einzusetzenden Zurrmittel ergeben. Diese Unterschiede sollen im Folgenden bei der Betrachtung der verschiedenen Methoden „Niederzurren“, „Schrägzurren“, und „Diagonalzurren“ verdeutlicht werden.

✻ Niederzurren

Beim Niederzurren soll die erforderliche Sicherungskraft allein durch Erhöhung der Reibungskraft (Widerstandskraft) erreicht werden. Dazu muss die Ladung mit Hilfe von Zurrmitteln, z.B. durch Zurrgurte, wie in Abb. 19 dargestellt auf die Ladefläche „gepresst“ werden.

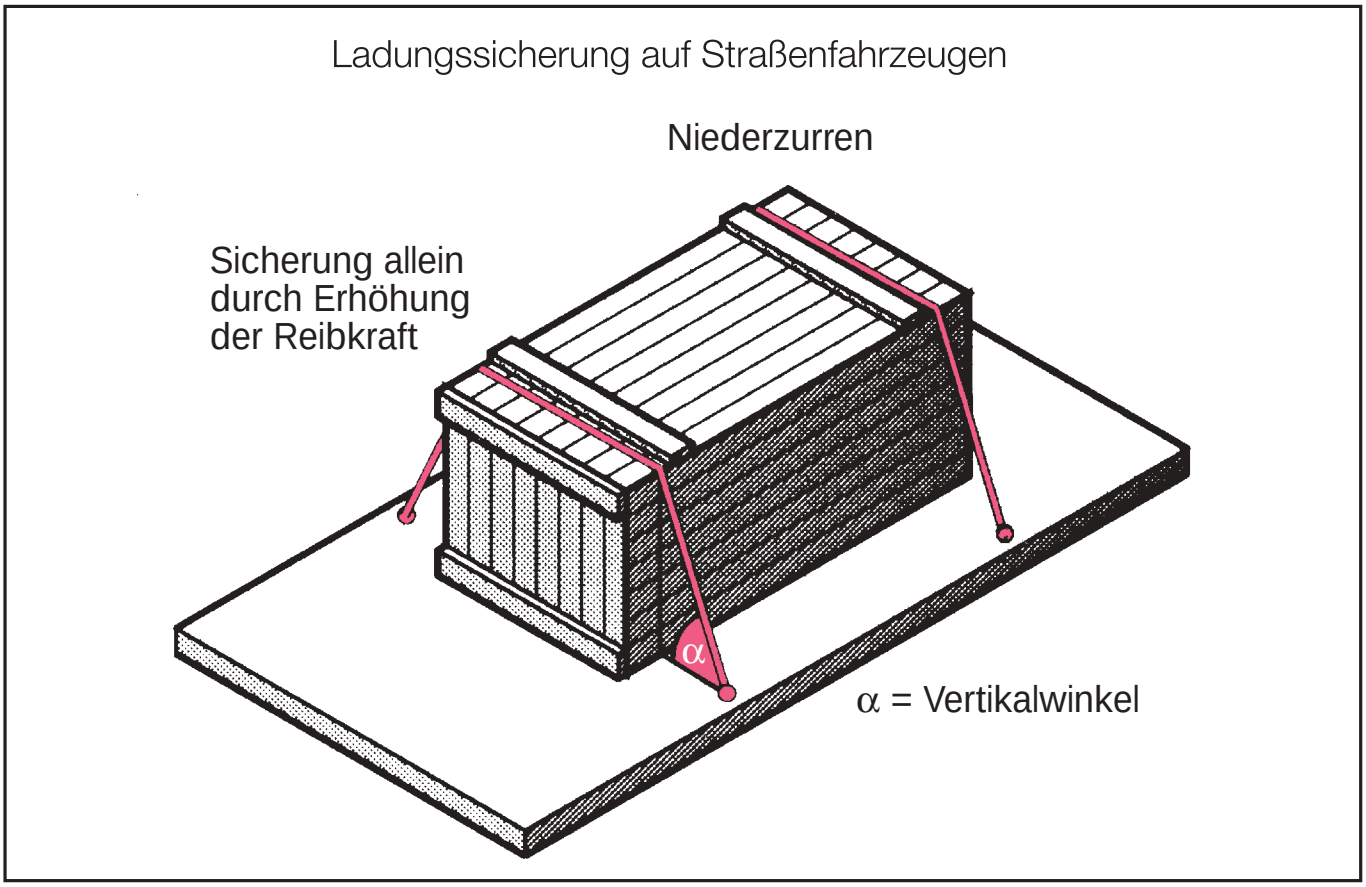


Abb. 19: Sicherung eines Ladegutes durch Niederzurren

Im vorangegangenen Berechnungsbeispiel (s. Seite 55) muss die bereits errechnete Reibungskraft F_R = 200 daN also um den Wert einer „zusätzlichen“ Reibungskraft F_{Rz} = 600 daN erhöht werden. Dieser Wert entspricht hier der größten erforderlichen Sicherungskraft nach vorne F_{Sv}. Um dies zu erreichen, ist auf die Ladung durch Niederzurren eine „zusätzliche“ Gewichtskraft F_{Gz} (Druckkraft) aufzubringen. Diese kann nach Umstellung der bereits bekannten Formel $F = \mu \cdot F_G$ wie folgt ermittelt werden:

$$F_{Gz} = \frac{F_{Rz}}{\mu} = \frac{F_{Sv}}{\mu} = \frac{600\ daN}{0{,}2} = 3000\ daN$$

Das bedeutet, dass beim senkrechten Niederzurren quer über die Ladung (Vertikalwinkel $\alpha = 90°$) in beiden Seiten der senkrecht verlaufenden Zurrmittel eine Mindestvorspannkraft Z von je 1500 daN herrschen müsste, um die zusätzliche Gewichtskraft F_{Gz} zu „erzeugen“.

Somit ergibt sich:

$$Z = \frac{1}{2} \cdot F_{Gz} = \frac{1}{2} \cdot \frac{F_S}{\mu}\ (\text{bei } \alpha = 90°)$$

Da der Vertikalwinkel α aber größer oder kleiner als 90° sein kann, lautet die allgemeine Formel zur Berechnung der Mindestvorspannkraft Z:

$$Z = \frac{1}{2} \cdot \frac{F_S}{\mu} \cdot \frac{1}{\sin \alpha}$$

Wenn F_S noch nicht bekannt ist:

$$Z = \frac{F_G}{2} \cdot \frac{(f - \mu)}{\mu} \cdot \frac{1}{\sin \alpha}$$

Dabei sind:

- Z die Mindestvorspannkraft [daN] (Z= Summe aller Einzelvorspannkräfte der eingesetzten Zurrmittel, abgelesen oder geschätzt jeweils für eine Zurrseite.)
- F_S die erforderliche Sicherungskraft [daN]
- μ die Reibungszahl [ohne Einheit]
- α der Winkel zwischen Zurrmittel und Ladefläche [grad]
- F_G die Gewichtskraft [daN]
- f der Sicherungsfaktor (z.B. 0,8 nach vorne) [ohne Einheit]

Anwendungsbeispiel:

Setzt man die im Abschnitt „Reibungskräfte, die unsichtbaren Helfer“ ermittelten Werte von Seite 55 in die Formel

Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte

Berechnungsbeispiele für gebräuchliche Zurrmethoden

ein, so ergibt sich bei einem angenommenen Vertikalwinkel $\alpha = 60°$ für die Sicherung nach vorne:

$$Z_V = \frac{1}{2} \cdot \frac{F_{Sv}}{\mu} \cdot \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{1}{2} \cdot \frac{600\,daN}{0{,}2} \cdot \frac{1}{\sin 60°}$$

$$\approx 1732\ daN$$

Die insgesamt aufzubringende Mindestvorspannkraft für die Sicherung nach vorne Z_V beträgt somit ca. 1732 daN. Durch Aufbringung dieser Vorspannkräfte sind alle weiteren Sicherungskräfte (zu den Seiten und nach hinten) mit erfasst. Dabei ist beim Einsatz von Zurrgurten noch Folgendes zu berücksichtigen:

1. Mit den handelsüblichen Ratschen können oft nur Vorspannkräfte von eingeschränkter Größe aufgebracht werden. Ratschen in 50 mm breiten Zurrgurten ermöglichen günstigstenfalls nur Vorspannkräfte bis max. 400 daN ($Z_{max} \leq 400$ daN), Spezialratschen – die so genannten „Ergo"-Ratschen – bis zu ca. 800 daN ($Z_{max} \leq 800$ daN). Somit muss noch die Anzahl der Zurrgurte („Überspannungen") festgelegt werden:

$$N_{Zurrgurte} \geq \frac{Z}{Z_{max}}$$

Gemäß der Beispielrechnung ergibt sich:

$$N_{Zurrgurte} \geq \frac{Z}{Z_{max}} = \frac{1732\,daN}{400\,daN} = 4{,}33 \mathrel{\hat{=}} 5$$

Die so ermittelte Zahl ist auf die nächsthöhere ganze Zahl aufzurunden.

Im vorliegenden Beispiel müssen also für ein Ladegut von 1000 daN Gewichtskraft (ca. 1000 kg Masse) mindestens fünf Zurrgurte für die Sicherung nach vorne eingesetzt werden.

2. Dazu müssen Gurte gewählt werden, die eine zulässige Zugkraft F_{zul} (LC) „im geraden Zug" (sinnbildliche Darstellung auf dem Zurrgurtetikett:) von mindestens dem Zweifachen der Mindestvorspannkraft im einzelnen Zurrmittel haben:

$$F_{zul} \geq 2 \cdot Z_{max}$$

Für unser Beispiel heißt das bei einer Standardratsche:

$$F_{zul} \geq 2 \cdot 400\ daN$$

$$F_{zul} \geq 800\ daN$$

(„im geraden Zug":)

Üblicherweise werden dazu 35 mm oder 50 mm breite Gurte mit einer zulässigen Höchstzugkraft F_{zul} (LC) von z.B. 1000 daN oder 1500 daN „im geraden Zug“ ( ) verwendet.

Die im Anwendungsbeispiel angenommenen Vorspannkräfte für Normal- und Spezialratsche müssen gegebenenfalls mittels Vorspannmessgerät (siehe Seite 183) nachgewiesen werden.

Kommen Zurrgurte zum Einsatz, die nach der DIN EN 12195-2 hergestellt wurden, sind die mit „normaler Handkraft“ einzubringenden Vorspannkräfte auf dem Kennzeichnungsetikett angegeben (siehe Abschnitt „Zurrgurte“, Seite 189).

Hinweis

Im Zuge der europäischen Normung ist F_{zul} durch das Zeichen LC (Lashing Capacity) ersetzt. Diese Abkürzung bezeichnet aber weiterhin die zulässige Höchstzugkraft und zieht somit keine Änderungen im Umgang mit den Zurrmitteln nach sich.

Bei näherer Betrachtung des Niederzurrens ist festzustellen, dass bei identischen Voraussetzungen wie im Rechenbeispiel bei einer Zuladung von 25 000 kg im Maximalfall ca. 109 (!) Zurrgurte eingesetzt werden müssten. Es ist einleuchtend, dass dies in der Praxis nicht durchführbar ist. Zurrgurte dienen eigentlich nicht dazu, die Ladung zuzudecken. Das heißt aber, dass bei schweren Ladegütern das hier beschriebene Niederzurren, obwohl auch bei Schwertransporten immer wieder anzutreffen, die denkbar schlechteste Sicherungsmethode ist.

Möglichkeiten zur Verbesserung bieten, wie auch in weiteren Abschnitten dieses Buches beschrieben,

- andere Zurrmethoden (wenn möglich),
- Einsatz von Zurrmitteln mit höherer Vorspannmöglichkeit (z.B. Spannelement = Ergo-Ratsche, Winde oder Spindelspanner),
- Einsatz von rutschhemmenden Unter- und Zwischenlagen (RH-Matten),
- kombinierte Sicherungsmethoden (nicht nur Verzurren, sondern auch „Verklotzen“, Verkeilen, Abstützen usw.).

Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte

Berechnungsbeispiele für gebräuchliche Zurrmethoden

Schon allein das Niederzurren unmittelbar am Ladegut ist günstiger. Was heißt das?

Bei den im vorhergehenden Beispiel dargestellten Verhältnissen beträgt der Winkel $\alpha = 60°$. Wird das Zurrmittel unmittelbar am Ladegut herabgeführt, beträgt der Winkel $\alpha = 90°$. Wird mit diesem geänderten Wert Z_v neu berechnet, so ergibt sich eine Mindestvorspannkraft von 1500 daN pro 1000 kg Ladungsgewicht. Dies bedeutet eine Reduzierung um ca. 13,5 %, die etwa in gleicher Höhe für die Anzahl der Zurrgurte gilt.

Merke: Beim Niederzurren ist der Winkel $\alpha = 90°$ am günstigsten!

Nachfolgend eine tabellarische Übersicht (Abb. 20), wie sich die erforderlichen Vorspannkräfte in Abhängigkeit vom Vertikalwinkel α und der Reibungszahl μ ändern.

Hinweise zur Tabelle (Abb. 20):

1. Die grau hinterlegten Werte sind identisch mit den Ergebnissen aus den Rechenbeispielen.

2. Das Ergebnis „(1 Gurt)“ ist mehr theoretischer Natur und deshalb in Klammern gesetzt. Beim Niederzurren müssen mindestens zwei Zurrmittel pro freistehende Ladeeinheit verwendet werden.

Für 0,8 x F_G: Erforderliche Mindestvorspannkräfte Z und Mindestzahl der Zurrgurte (bei 400 daN möglicher Vorspannung und LC ≥ 800 daN) pro 1000 kg Ladungsgewicht (Masse)

μ	bei $\alpha = 90°$		bei $\alpha = 60°$		bei $\alpha = 45°$	
0,1	3500 daN (kg)	9 Gurte	4041 daN (kg)	11 Gurte	4950 daN (kg)	13 Gurte
0,2	1500 daN (kg)	4 Gurte	1732 daN (kg)	5 Gurte	2121 daN (kg)	6 Gurte
0,3	833 daN (kg)	3 Gurte	962 daN (kg)	3 Gurte	1179 daN (kg)	3 Gurte
0,4	500 daN (kg)	2 Gurte	577 daN (kg)	2 Gurte	707 daN (kg)	2 Gurte
0,5	300 daN (kg)	(1 Gurt)	346 daN (kg)	(1 Gurt)	424 daN (kg)	2 Gurte
0,6	167 daN (kg)	(1 Gurt)	192 daN (kg)	(1 Gurt)	236 daN (kg)	(1 Gurt)

Abb. 20

Um sich das Rechnen mit den mathematischen Formeln zu ersparen, sind beispielhaft ermittelte Werte im Diagramm 1 (Abb. 23) zusammengefasst. Das Arbeiten mit Diagrammen wird im Verhältnis zu den Rechengängen häufig als einfacher empfunden.

✻ Direktzurren

Weitaus weniger aufwendig, aber wirkungsvoller als das Niederzurren, ist das Direktzurren. Es erfordert die direkte Verbindung des Zurrmittels zwischen Ladegut und Fahrzeugaufbau. Das bedeutet, dass sowohl am Fahrzeug Zurrpunkte als auch am Ladegut entsprechende Befestigungsmöglichkeiten für die Zurrmittel vorhanden sein müssen.

Zu den Arten des Direktzurrens gehören:

- horizontales Zurren (ist sehr selten möglich)
- Schrägzurren in Längs- und/oder Querrichtung
- Diagonalzurren

Mit Ausnahme des nur selten angewandten horizontalen Zurrens sollen die beiden anderen Zurrarten kurz erläutert werden. Dabei wird im Gegensatz zum Niederzurren bewusst auf die Darstellung der verhältnismäßig umfangreichen Rechengänge verzichtet. Für interessierte Leser wird deshalb auf die VDI 2702 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Zurrkräfte“ verwiesen. Im Gegensatz zum Niederzurren ist zu beachten, dass hier nicht die erforderlichen Mindestvorspannkräfte Z, sondern die Haltekräfte S des Zurrmittels bestimmt werden müssen. Zum Aktivieren dieser Haltekräfte würde es theoretisch genügen, die Zurrmittel lediglich „handfest“ anzuspannen. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass es im Fahrbetrieb auf unebener Fahrbahn im elastischen Bereich des Fahrzeugaufbaus zu Verwindungen und Durchbiegungen kommen kann. Daraus ergeben sich Längenveränderungen in den gespannten Zurrmitteln. Um diesen Schwankungen vorzubeugen, sind Zurrmittel einerseits so weit vorzuspannen, dass sich in ihnen keine Lockerungen bilden können. Andererseits dürfen sie nicht, wie auch beim Niederzurren, mit mehr als 50 % ihrer zulässigen Zugkraft vorgespannt werden, um Überlastungen zu vermeiden. Im Allgemeinen ist jedoch beim Direktzurren der erforderliche Kraftaufwand zum Aufbau der Haltekräfte weitaus geringer, als zum Erreichen der gewünschten Vorspannkräfte beim Niederzurren.

Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte

Berechnungsbeispiele für gebräuchliche Zurrmethoden

✻ Schrägzurren

Verhältnisse beim Schrägzurren:

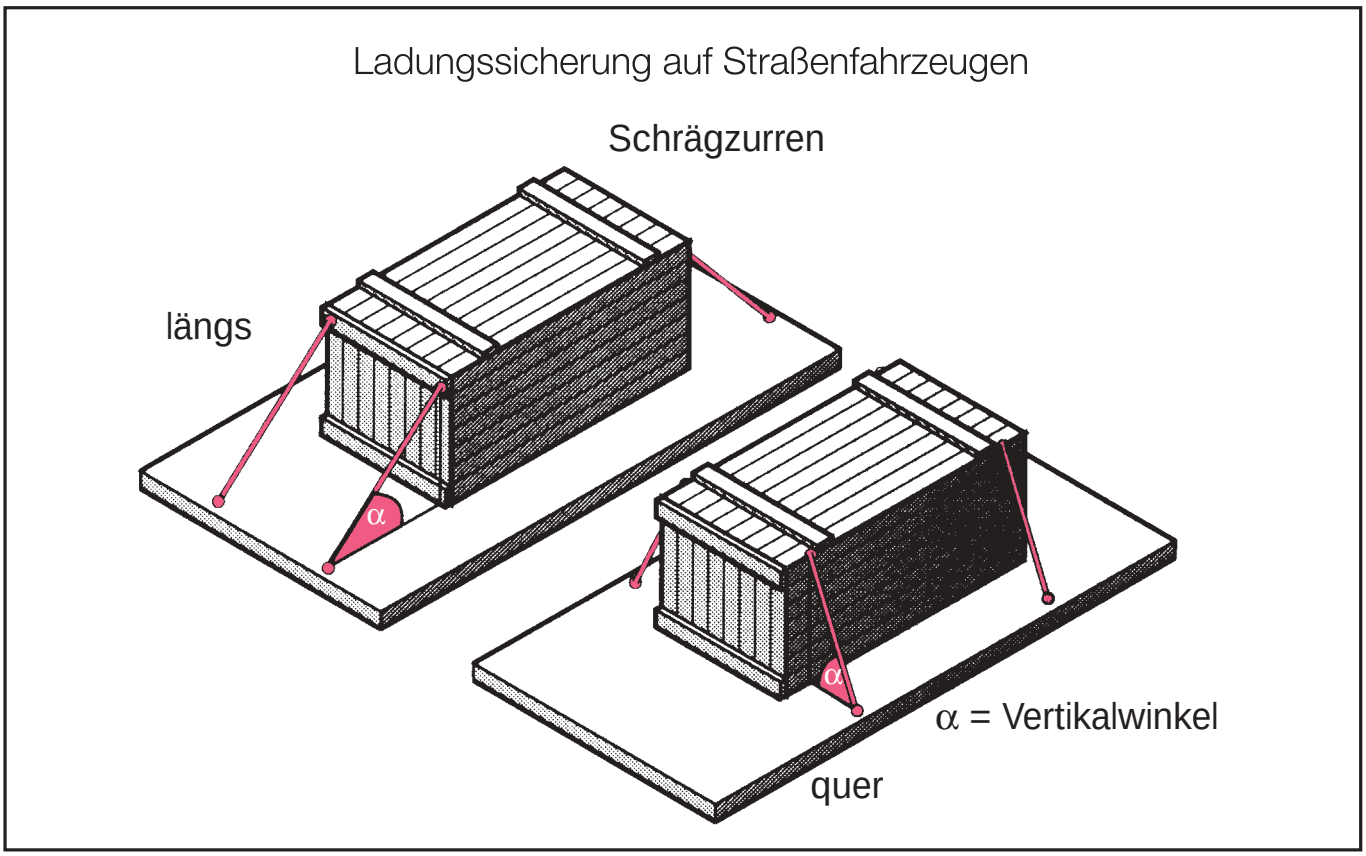


Abb. 21: Sicherung einer Ladung durch Schrägzurren

Die erforderlichen Haltekräfte S können über folgende Formeln ermittelt werden:

$$S = \frac{F_S}{n} \cdot \frac{1}{\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha}$$

oder – wenn F_S nicht bekannt ist:

$$S = \frac{F_G}{n} \cdot \frac{f - \mu}{\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha}$$

Dabei sind:

- S die erforderliche Haltekraft [daN] pro Zurrmittel im geraden Zug
- F_S die erforderliche Sicherungskraft [daN]
- μ die Reibungszahl [ohne Einheit]
- α der Winkel zwischen Zurrmittel und Ladefläche [grad]
- F_G die Gewichtskraft [daN]
- f der Sicherungsfaktor (0,8 längs, 0,5 zu den Seiten) [ohne Einheit]
- n die Anzahl der Zurrmittelpaare (normalerweise 2) [ohne Einheit]

Anwendungsbeispiel:

(Ausführlicher Rechengang siehe Anhang 4)

Auch hier ist, wie im Abschnitt „Niederzurren“, eine Ermittlung der Kräfte über ein Diagramm möglich, wie z.B. für die Haltekräfte in Längsrichtung (Diagramm 2, Abb. 24).

Erforderliche Zurrmittel bei einer Ladung mit der Masse m = 1000 kg, Reibungszahl μ = 0,2

$\alpha_{längs}$ = 45°

längs:
4 Gurte mit LC = 350 daN
Gesamt = 1400 daN

α_{quer} = 45°

quer:
4 Gurte mit LC = 180 daN
Gesamt = 720 daN

Insgesamt:
8 Gurte mit
Gesamt LC = 2120 daN

Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte

Berechnungsbeispiele für gebräuchliche Zurrmethoden

Somit müssen beim Einsatz von 2 Zurrgurten je Seite

- zur Sicherung der Ladung in Längsrichtung 4 Zurrgurte mit einer zulässigen Höchstzugkraft LC von jeweils mindestens 350 daN – also insgesamt 1 400 daN – eingesetzt werden,

- zur Sicherung der Ladung in Querrichtung 4 Zurrgurte mit einer zulässigen Höchstzugkraft LC von jeweils mindestens 180 daN – also insgesamt 720 daN – eingesetzt werden.

Insgesamt sind also beim vorliegenden Anwendungsbeispiel 8 Zurrmittel mit einer gesamten zulässigen Höchstzugkraft LC von 2120 daN „im geraden Zug“ ( ) erforderlich.

✻ Diagonalzurren

Verhältnisse beim Diagonalzurren

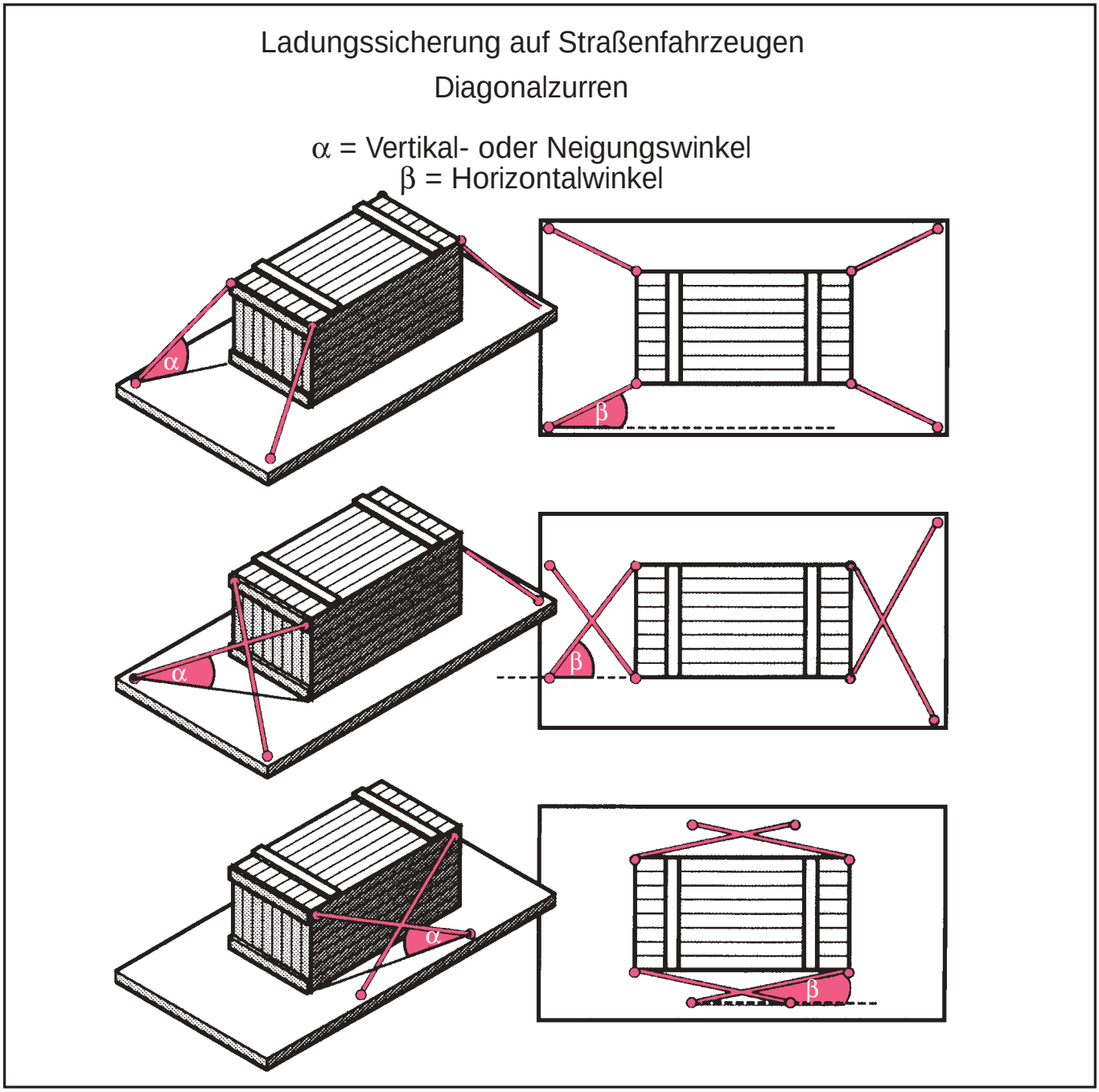


Abb. 22: Sicherung einer Ladung durch Diagonalzurren

Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte

Berechnungsbeispiele für gebräuchliche Zurrmethoden

Die erforderlichen Haltekräfte S können über folgende Formeln ermittelt werden:

Haltekräfte längs:

$$S_l = \frac{F_G}{n} \cdot \frac{f_l - \mu}{\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha \cdot \cos\beta}$$

bzw.

$$S_l = \frac{1}{n} \cdot \frac{F_{Sv}}{\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha \cdot \cos\beta}$$

Haltekräfte zu den Seiten („quer“):

$$S_q = \frac{F_G}{n} \cdot \frac{f_q - \mu}{\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha \cdot \sin\beta}$$

bzw.

$$S_q = \frac{1}{n} \cdot \frac{F_{Sq}}{\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha \cdot \sin\beta}$$

Dabei sind:

- S_l die erforderliche Haltekraft [daN] pro Zurrmittel im geraden Zug, hier: längs
- S_q die erforderliche Haltekraft [daN] pro Zurrmittel im geraden Zug, hier: quer
- F_{Sv} die erforderliche Sicherungskraft, hier: nach vorne [daN]
- F_{Sq} die erforderliche Sicherungskraft, hier: quer [daN]
- μ die Reibungszahl [ohne Einheit]
- α der vertikale Winkel [grad]
- β der horizontale Winkel [grad]
- F_G die Gewichtskraft [daN]
- f_l der Sicherungsfaktor in Längsrichtung = 0,8 [ohne Einheit]
- f_q der Sicherungsfaktor quer = 0,5 [ohne Einheit]
- n die Anzahl der Zurrmittelpaare (normalerweise 2)

Zu beachten ist, dass der jeweils höhere Wert S_l oder S_q maßgeblich ist.

Anwendungsbeispiel:

(Ausführlicher Rechengang siehe Anhang 5)

Erforderliche Zurrmittel
bei Ladung = 1000 kg $\mu = 0{,}2$
$\alpha = 45°$ $\beta = 45°$

4 Gurte mit LC = 470 daN
Gesamt - LC = 1880 daN

Da S_l größer S_q ist, müssen beim Einsatz von 2 Zurrmittelpaaren 4 Zurrmittel mit jeweils einer zulässigen Höchstzugkraft LC von 470 daN „im geraden Zug“ ( ) eingesetzt werden.
Insgesamt sind also beim vorliegenden Anwendungsbeispiel 4 Zurrmittel mit einer zulässigen Höchstzugkraft LC von 1880 daN „im geraden Zug“ ( ) erforderlich.

Merke: Der höhere Wert der errechneten Haltekräfte S_l oder S_q ist zugrunde zu legen!

Auch hier ist wie im Abschnitt „Niederzurren“ eine Ermittlung der Kräfte über ein Diagramm möglich (siehe Diagramm 3, Abb. 25).

Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte

Berechnungsbeispiele für gebräuchliche Zurrmethoden

✻ Gegenüberstellung der Zurrarten

Ein direkter Vergleich des Nieder-, Schräg- und Diagonalzurrens ergibt bei einer Ladung von m = 1 000 kg Masse, den Winkeln α bzw. β = 45° und einer Reibungszahl von μ = 0,2 in der Summe aller LC-Angaben auf den Kennzeichnungsetiketten der Zurrmittel folgende Werte:

Niederzurren:
(Anzahl der Zurrmittel je nach Vorspannmöglichkeit der Spannelemente)

Gesamt LC = 4250 daN

Schrägzurren:
(8 Zurrmittel)
Gesamt LC = 2120 daN

Diagonalzurren:
(4 Zurrmittel)
Gesamt LC = 1880 daN

Aus diesen Werten ist zweifelsfrei zu entnehmen, dass die Direktzurrarten – vor allem das Diagonalzurren – besser geeignet sind als das Niederzurren („Reibungszurren“). Aus diesem Grunde sollte ihnen – wenn möglich – der Vorzug gegeben werden. Auch geeignete Kombinationen sind möglich.

✻ Hinweis für die Anwendung

Namhafte Zurrmittel-Hersteller haben Rechenmethoden oder auch Rechnerprogramme entwickelt, die das Ermitteln der erforderlichen Kräfte erheblich vereinfachen. Ein Auseinandersetzen mit den verhältnismäßig aufwendigen Formeln der VDI 2702 oder mit den Diagrammen ist deshalb nicht in jedem Fall erforderlich.

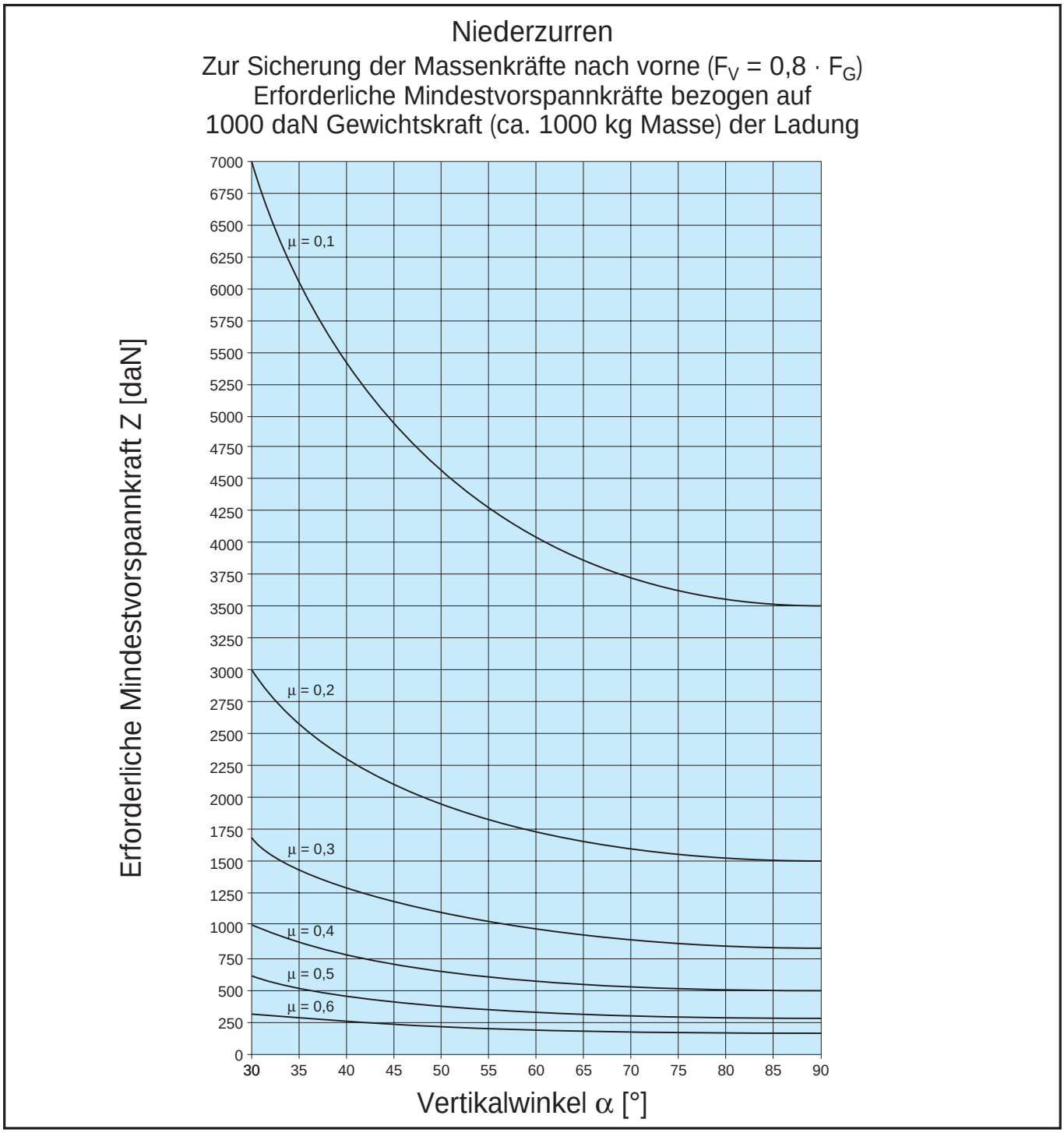


Abb. 23: Diagramm 1

Hinweis: Beim Druck oder Kopieren kann es durch Maßstabsveränderungen zu Abweichungen von den Original-Kurven und somit zu Fehlern beim Ermitteln der Werte kommen.

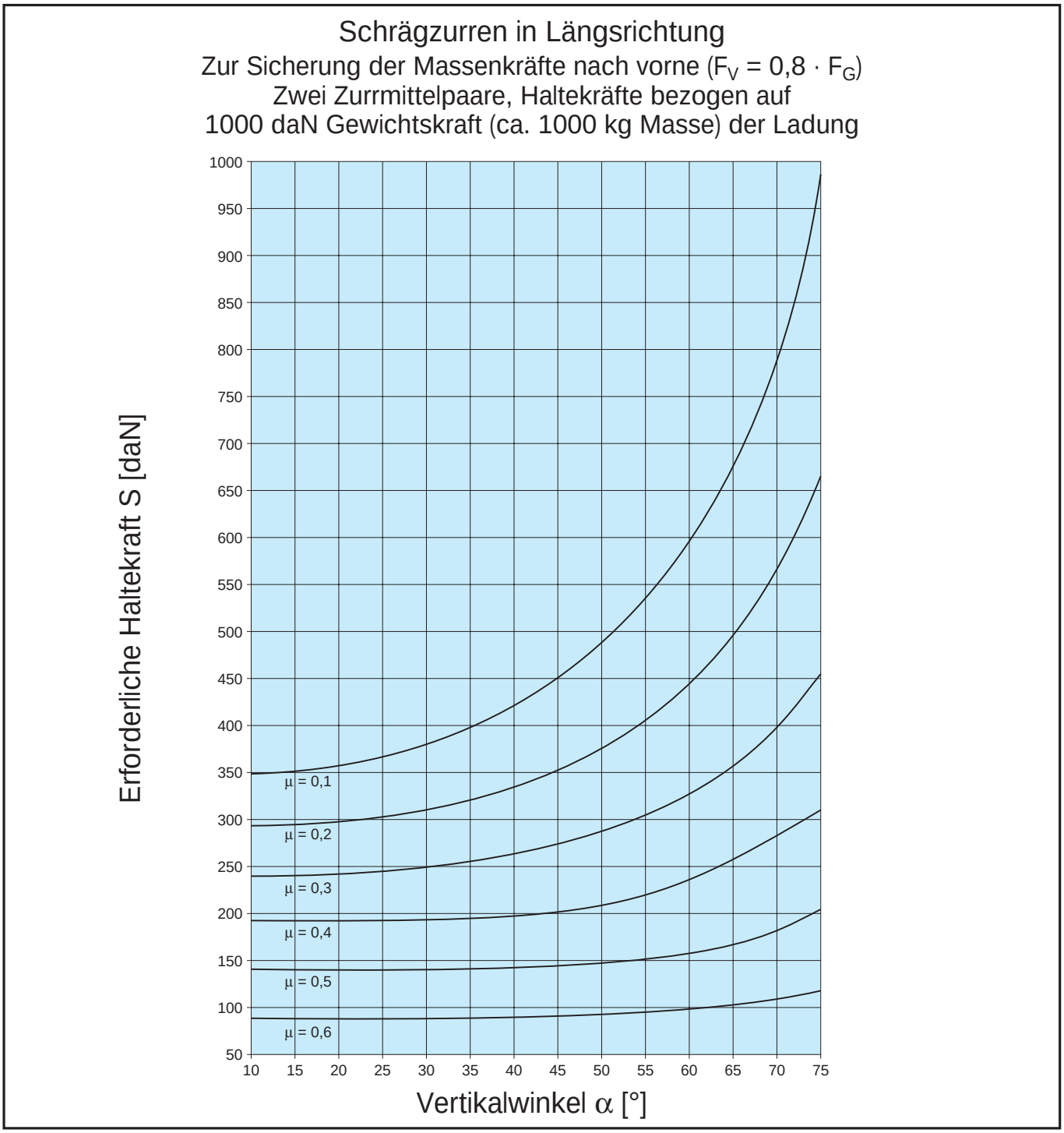


Abb. 24: Diagramm 2

Hinweis: Beim Druck oder Kopieren kann es durch Maßstabsveränderungen zu Abweichungen von den Original-Kurven und somit zu Fehlern beim Ermitteln der Werte kommen.

Diagonalzurren

Zur Sicherung der Massenkräfte nach vorne ($F_V = 0{,}8 \cdot F_G$)
Zwei Zurrmittelpaare, Gleitreibungszahl $\mu = 0{,}2$
Haltekräfte bezogen auf 1000 daN Gewichtskraft (ca. 1000 kg Masse) der Ladung

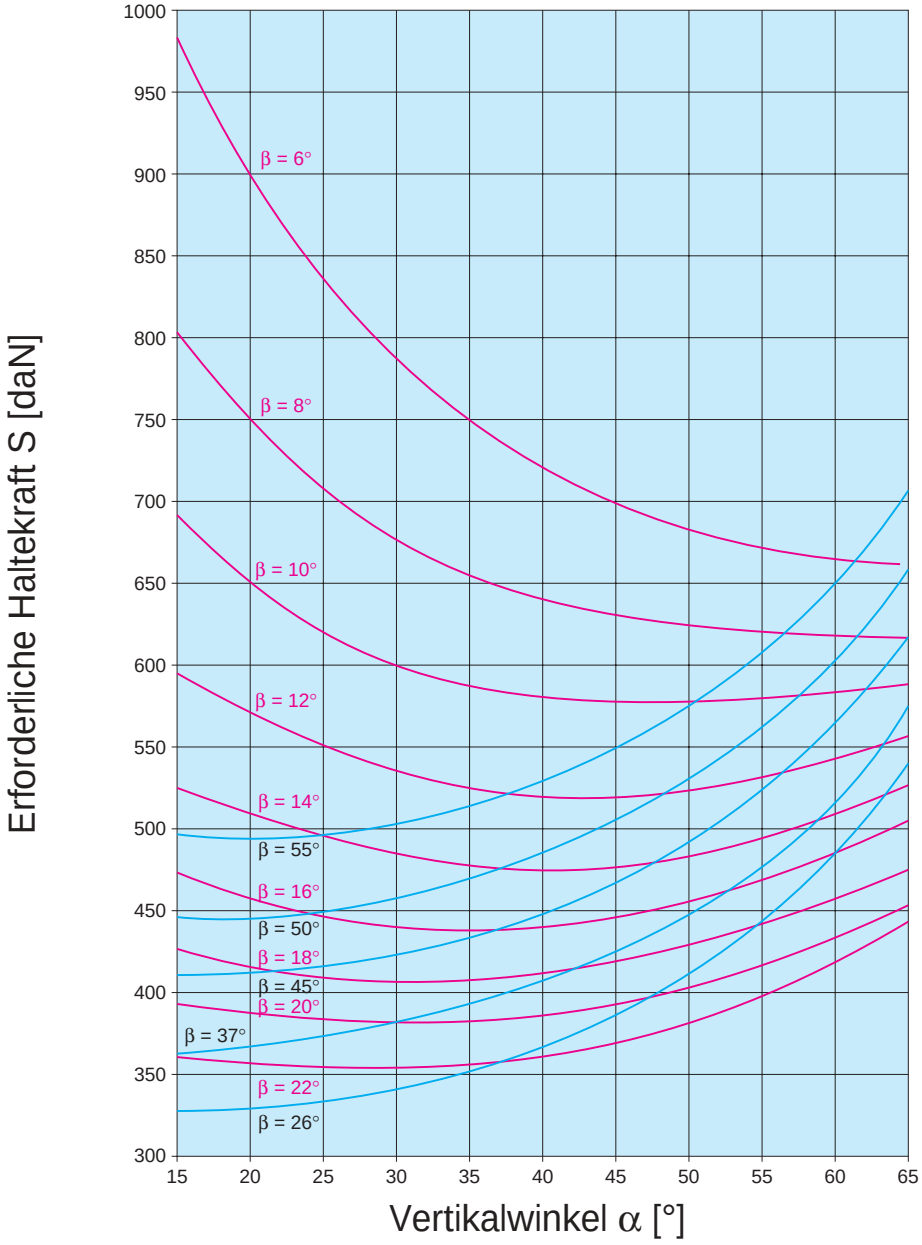


Abb. 25: Diagramm 3

Hinweis: Beim Druck oder Kopieren kann es durch Maßstabsveränderungen zu Abweichungen von den Original-Kurven und somit zu Fehlern beim Ermitteln der Werte kommen.

Wie bereits eingangs erwähnt, erhält die Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen nur Kenntnis von Unfällen durch mangelnde Ladungssicherung, wenn Personen aus ihren Mitgliedsbetrieben dabei zu Schaden kommen. Beim Sonderreferat „Ladungssicherung“ wurden zusätzlich Zeitungsberichte über entsprechende Unfälle gesammelt. Bei Auswertung der aus diesen beiden Quellen stammenden Unfälle lassen sich verschiedene Schwerpunkte erkennen, auf die in nachfolgenden Kapiteln eingegangen wird.

Abb. 26: Diese „handbetriebene“ Ladungssicherung reicht nicht aus!

Ladungssicherung in und auf Pkw und Pkw-Kombi

Allein aus Pressemeldungen ist hinreichend bekannt, dass sich immer wieder schwere Unfälle ereignen, die auf verloren gegangene Ladung von Dachgepäckträgern bzw. von Ladung samt Tägern zurückzuführen sind. Natürlich sind auch hier bezüglich der Ladungssicherung die allgemeinen Bestimmungen aus der StVO und der Unfallverhütungsvorschrift „Fahrzeuge“ zu beachten. Dagegen gibt es immer noch keine speziellen Vorschriften des Gesetzgebers hinsichtlich Ausrüstung und Betrieb von Fahrzeugen mit Dachgepäckträgern ganz allgemein. Das ist

Massenunfall durch zwei Stühle

Recklinghausen (AP)

Durch zwei von einem Personenauto fallende Stühle ist es nachts auf der Autobahn Ruhrgebiet—Hannover zwischen den Anschlußstellen Recklinghausen-Süd und Castrop-Rauxel zu einer Massenkarambolage gekommen, bei der 13 Personen zum Teil schwer verletzt wurden. Wie die Autobahnpolizeistation Recklinghausen mitteilte, hatten sich die beiden Stühle aus einer Verschnürung auf dem Dach des Autos gelöst. Durch den Massenunfall entstand ein Sachschaden von rund 100 000 Mark.

Couch auf Autobahn /Massenkarambolage

Darmstadt (dpa). Eine Bettcouch auf der Autobahn Frankfurt—Wiesbaden hat in der Nacht zum Donnerstag bei Wiesbaden eine Massenkarambolage verursacht, bei der jedoch glücklicherweise niemand verletzt wurde.

Wie ein Sprecher der Autobahnpolizei in Darmstadt mitteilte, war die Couch wahrscheinlich vom Dachgepäckträger eines Personenwagens gerutscht und auf die Fahrbahn gefallen. Gegen das Möbelstück prallte zunächst ein Kraftfahrer aus Mainz, auf dessen Auto wiederum fünf nachfolgende Wagen „knallten". Der Eigentümer der Couch hat sich bisher noch nicht gemeldet.

erstaunlich, denn bei der Fahrt mit beladenen Dachgepäckträgern können sich Fahreigenschaften drastisch verändern, z.B. bei Kurvenfahrt und bei Seitenwind. Nicht einmal die zulässige Dachlast ist den amtlichen Fahrzeugpapieren zu entnehmen, sondern nur in der Betriebsanleitung zum Fahrzeug zu finden, manchmal erst nach langem Suchen. Die zulässige Dachlast (inklusive Trägergewicht) darf nie überschritten werden. Selbst ein Tempolimit für die Fahrt mit beladenem Träger wird vom Gesetzgeber nicht gefordert. Auch hier mahnt lediglich die Betriebsanleitung allgemein an, aus Sicherheitsgründen eine bestimmte Geschwindigkeit nicht zu überschreiten, z.B. nicht schneller als 100 – 120 km/h zu fahren. Dass dieser Hinweis von vielen Autofahrern ignoriert wird, ist täglich bei Autobahnfahrten, insbesondere in der Urlaubszeit, festzustellen.

Verkannt wird, dass sich der Luftwiderstand bei steigender Geschwindigkeit drastisch erhöht und damit nicht nur der Kraftstoffverbrauch in die Höhe schnellt, sondern insbesondere ungeahnte Kräfte an der Ladung zerren.

Dachgepäckträger werden heutzutage in allen Varianten angeboten: Basisträger mit Gepäckkörben, Fahrrad-, Surfbrett-, Ski- und Sportboothaltern. Welche Überlegungen sind vor dem Kauf von Dachgepäckträgern und bei ihrer Beladung anzustellen?

– Sorgfältige Auswahl für den Einsatzzweck!
  Diverse Tests verschiedener Trägersysteme liegen bei den Automobilclubs und Herausgebern von Automobil-Fachzeitschriften vor.

– Keine Billigware kaufen!
  Bessere Beratung erfolgt im Fachhandel.

– Montageanleitung bei Anbau des Trägers genau beachten!

– Beim Beladen Gewicht gleichmäßig verteilen!

– Zum Verzurren der Ladung geeignete Zurrmittel benutzen!
Textile Zurrgurte, ca. 25 mm breit, mit Ratsche als Spannelement, sind am geeignetsten. Nicht zu empfehlen sind Bindfäden, völlig untauglich sind Gummibänder mit Haken („Gepäckspinnen“).

– Ladung in alle Bewegungsrichtungen festlegen bzw. verzurren, insbesondere in Fahrtrichtung, damit sie bei einem starken Bremsvorgang nicht nach vorne schießt (siehe Abb. 27)!

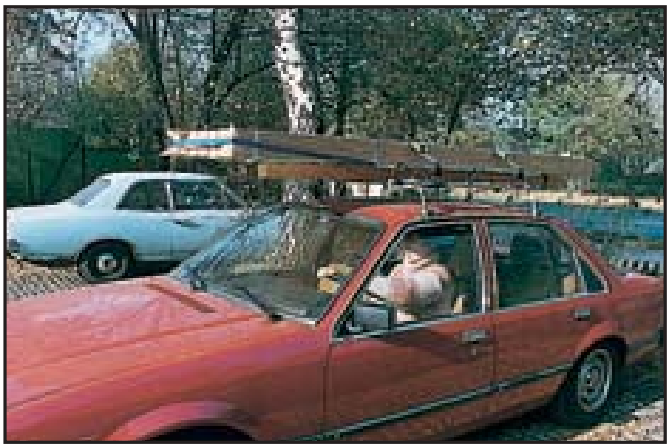


Abb. 27: Niedergezurrtes Bretterpaket zusätzlich gegen Verrutschen in Fahrtrichtung gesichert

Wie aber ist die Ladung zu sichern, wenn sie nicht auf einem Dachgepäckträger oder nicht im allseitig geschlossenen Kofferraum verstaut ist, sondern direkt in der Fahrgastzelle befördert wird, wo lediglich Rückenlehnen die Abgrenzung zum Lade- oder Kofferraum bilden? Auch hier scheint sich so mancher der drohenden Gefahr nicht bewusst zu sein, dass die Ladung bei einer Vollbremsung oder einem Zusammenstoß entsprechend den physikalischen Gesetzmäßigkeiten nach vorne schießen kann.

Abb. 28: Schutzhelm auf „Abschussrampe“ Autoatlas

Es verwundert immer wieder, wie unbedarft mancher lose Gegenstände auf der Hutablage ablegt (Abb. 28), ohne daran zu denken, dass diese Gegenstände bei einer Vollbremsung oder beim geringsten Aufprall wie Geschosse durch den Innenraum nach vorne fliegen

Abb. 29

können. Hier wurde Ladung von einer Person verstaut, die die physikalischen Gesetzmäßigkeiten kennt (Abb. 29).

Da der Kofferraum voll war, wurden zwei Getränkekisten auf den runtergeklappten hinteren Rückenlehnen unter Zuhilfenahme der Sicherheitsgurte und eines zusätzlichen Zurrgurtes verspannt.

Rückhalteeinrichtungen, die allein durch Kraftschluss, d.h. durch Festklemmen zwischen Ladefläche und Dach, befestigt werden, wie hier in einem Pkw-Kombi (Abb. 30), genügen nicht den Anforderungen. Besser ist diese stabile Rückhalteeinrichtung (Abb. 31), die in Eigeninitiative eines Betriebes selbst gefertigt wurde, um das Fahrpersonal zu schützen.

Abb. 30: „Saugnäpfchengitter“

Unfallgeschehen und Schlussfolgerungen

Ladungssicherung in und auf Pkw und Pkw-Kombi

Abb. 31

Vom Gesetzgeber ist seit langem vorgeschrieben, dass sich Fahrzeuginsassen bei der Fahrt anzugurten haben, was im übertragenen Sinne einer Ladungssicherung gleichkommt. Zur Sicherung mitgeführter Ladung, sei es durch besonders stabile Rückenlehnen, durch Verzurrung oder durch sonstige Rückhalteeinrichtungen, gab es bisher keine bindenden Vorschriften. Keine Statistik gibt darüber genaue Auskunft, wieviel Personen jährlich bei Verkehrsunfällen allein durch ihre eigene Ladung in der Fahrgastzelle verletzt oder gar getötet werden. Lange war dieses Problem von Fahrzeugherstellern ungelöst, bis endlich eine Regel der Technik, die DIN 75 410 Teil 2 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Ladungssicherung in Pkw, Pkw-Kombi und Mehrzweck-Pkw“, erarbeitet wurde. Diese Norm beinhaltet insbesondere

– Festigkeitsanforderungen an Rückenlehnen, die den Laderaum unmittelbar begrenzen,

– Ausrüstung der Ladefläche mit Zurrpunkten und deren Belastbarkeit,

– Ausrüstung mit Rückhalteeinrichtungen (Netze, Gitter) und die an diese gestellten Mindestanforderungen.

Durch die Umsetzung der Norm ist eine Minderung der Unfälle und deren Folgen zu erwarten.

Es ist allgemein anzuraten, beim Neukauf eines Fahrzeuges, welches unter den Anwendungsbereich dieser DIN 75 410 Teil 2 fällt, sich zu vergewissern, ob das gewünschte Fahrzeug den Mindestanforderungen dieser Norm entspricht (Deckblatt siehe Anhang 17). Betreiber gewerblich eingesetzter Fahrzeuge werden hierzu durch § 22 (1) UVV „Fahrzeuge“ (BGV D 29) verpflichtet.

In einer Norm über die Benennung für Kraftfahrzeuge wird unter anderem der „Vielzwecklastkraftwagen“ aufgeführt, der in der betrieblichen Praxis üblicherweise als „Kastenwagen“ bezeichnet wird. Dabei handelt es sich um ein Fahrzeug mit Führerhaus und anschließendem Laderaum innerhalb eines geschlossenen Aufbaus (Abb. 32). Kastenwagen kommen immer häufiger zum Einsatz. Sie werden überwiegend im Güternah- und Verteilerverkehr, in Paketdienstunternehmen und Handwerksbetrieben eingesetzt und auch vermehrt von Autoverleihfirmen angeboten. Da sich bei Kastenwagen zwischen dem Laderaum und den Sitzen des Fahrpersonals teilweise keinerlei

Abb. 32

Abb. 33

(Abb. 33) oder nur abschnittsweise Abtrennungen befinden, weiterhin der Laderaumaufbau oft die Anbringung einer Ladungssicherung, z.B. eine Verzurrung, unmöglich macht, sind hier die Probleme ähnlich gelagert, wie im vorherigen Abschnitt „Ladungssicherung in Pkw und Pkw-Kombi“ bereits beschrieben. Die einschlägigen Unfallzahlen sind auffällig. Hier zwei typische Unfallschilderungen aus Unfallanzeigen:

1. „Ein mit Paketen beladener Kastenwagen (Abb. 34) befuhr das Stadtgebiet in B. An einer von Grün auf Gelb umschaltenden Ampel bremste ein vorausfahrender Pkw stark ab. Der Fahrer des Kastenwagens leitete eine Vollbremsung ein, um nicht auf den Pkw aufzufahren. Dabei geriet die Ladung ins Rutschen. Ein Paket traf den Fahrer am Hinterkopf. Dadurch zog er sich eine schwere Gehirnerschütterung und Platzwunden zu.“

Abb. 34

2. „Unser Fahrer befand sich auf Auslieferungsfahrt mit einem Kastenwagen. Geladen waren Pkw-Ersatzteile (Abb. 35). Als ein Kind auf die Fahrbahn lief, musste er stark bremsen. Dadurch rutschte ein Kleinteil der Ladung in den Bereich des Bremspedals und blockierte dieses. Um das Kind nicht zu überfahren, riss er das Lenkrad herum und prallte gegen einen Lichtmast. Er zog sich dabei starke Prellungen am Kopf und im Brustbereich zu."

Mit solchen und ähnlichen Unfällen wäre in Zukunft wohl noch sehr viel häufiger zu rechnen, weil die Fahrzeughersteller ihre Produkte mit immer besseren Bremsen ausstatten – und das ist eine sehr erfreuliche Entwicklung. Bessere Bremsen bedeuten höhere Bremsverzögerungen, bedeuten aber auch, dass ungesicherte Ladung bei derartigen Abbremsungen noch sehr viel schneller ins Rutschen kommt – mit fatalen Folgen für die Insassen.

Abb. 35

Um so wichtiger ist es, die Ladung daran zu hindern, bis zu den Insassen durchdringen zu können. Damit die Hersteller einheitliche, von Experten für erforderlich gehaltene Mindestanforderungen zur Verfügung haben, ist eine einschlägige Norm erarbeitet worden:

DIN 75 410 Teil 3 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Ladungssicherung in Kastenwagen“; sie ist als Ausgabe April 1996 veröffentlicht worden (Deckblatt der Norm siehe Anhang 18).

Die Anforderungen gelten

– für Zurrpunkte (Anzahl, Anordnung, Dimensionierung) und

– für Rückhalteeinrichtungen in den so genannten Schutzzonen hinter den Sitzen von Fahrer und Beifahrern (als trennende Einrichtungen zwischen Laderaum und Kabine, z. B. Schutzgitter, Trennwand).

Für alle gewerblich eingesetzten Kastenwagen ist die Ausrüstung mit diesen Einrichtungen obligatorisch, und zwar für Fahrzeuge mit Erstzulassung ab Oktober 1996. Das gilt natürlich auch für solche Kastenwagen, die eine Pkw-Zulassung haben, denn das Gefährdungspotential, dem hierdurch begegnet werden soll, ist nicht abhängig von formal-zulassungsrechtlichen Belangen.

Einige Kastenwagen-Hersteller oder -Importeure liefern Zurrpunkte und Schutzgitter bzw. Trennwand nur als Mehrausstattung, die gesondert zu bestellen ist (als Grund wird der Anteil der Privatfahrzeuge genannt, die nicht unter den Geltungsbereich der Unfallverhütungsvorschrift „Fahrzeuge“ (BGV D 29) fallen und die somit nicht entsprechend ausgerüstet zu werden brauchen; das ist eine sehr förmliche Betrachtungsweise, die für den Privatbetreiber böse Folgen haben kann).

Betreiber von Kastenwagen sollten daher beim Neukauf derartiger Fahrzeuge unbedingt diese Ausstattung ordern und sich vom Hersteller/Importeur die Einhaltung der Normanforderungen bestätigen lassen (Abb. 35a)!

Abb. 35a

Unfallgeschehen und Schlussfolgerungen

Unfallschwerpunkt Nr. 1: Kurvenfahrt

Unfallschwerpunkt Nr. 1 ist die Kurvenfahrt, bei der das Fahrzeug die Ladung verliert oder sogar umstürzt. Häufig wird bei derartigen Unfällen in den folgenden Polizei- oder Presseberichten allein von „überhöhter Geschwindigkeit“ als Unfallursache gesprochen. Das ist so nicht ganz richtig! Denn fährt man bei gleicher Geschwindigkeit in leerem Zustand oder mit gut gesicherter Ladung durch die entsprechenden Kurven, passiert in der Regel nichts. Richtiger wäre es, wenn in den betreffenden Berichten eine mangelnde Ladungssicherung und/oder eine außergewöhnliche Schwerpunktlage der Ladung als die eigentliche Unfallursache genannt würde. Bezogen auf bestimmte Ladegüter, die besonders häufig an derartigen Unfällen beteiligt sind, dürften Getränkekisten und Fertigbaubetonteile als Spitzenreiter gelten. Allgemein gesehen ist jedoch vom gesamten Unfallgeschehen kaum ein Ladegut auszuklammern. Wörtlich genommen: „Es geht quer durch die Last“.

Abb. 36: Bei Kurvenfahrt abgeladen ...

Anhänger erschlägt Fußgängerin

Eine Fußgängerin ist in Hamburg von einem umstürzenden Lkw-Anhänger erschlagen worden. Fünf Passanten wurden verletzt. Nach Angaben von Polizei und Feuerwehr war der mit Glasplatten beladene Hänger beim Abbiegen an einer Straßenkreuzung umgekippt. Vermutlich war die Ladung verrutscht.

①

Hänger kippte um, als die Papp-Ladung verrutschte

Vermutlich unsachgemäß gestapelte Pappe brachte gestern an der Ecke Berliner/Wichlinghauser Straße in Barmen einen Lastwagen aus Unna zum Kentern. Die Ladung verrutschte, der Hänger kippte um und blockierte für Stunden eine Fahrbahn aus Richtung Osten. Polizeibeamte regelten den Verkehr. Die Bergungsarbeiten waren deshalb so schwierig, weil die Pappe ausschließlich „von Hand" wieder einsortiert werden mußte.
Foto: Wolfgang Westerholz

⑧

Lastzug verlor acht Tonnen Stahl . . !

In einer Linkskurve der Elberfelder Bahnhofstraße verlor gestern früh ein Lastzug seine Ladung — acht Tonnen Stahl! Drei dort parkende Pkw wurden beschädigt, einer total. Feuerwehrleute streuten ausgelaufenes Benzin ab. Gesamtschaden: 11 000 Mark!

③

Da lag die Feinkost auf der Straße

Eilig hatte es offensichtlich der Fahrer einer Wuppertaler Feinkostfabrik. In der scharfen Kurve der frischausgebauten Märkischen Straße in Barmen knallte plötzlich die Ladung auf die Fahrbahn. Da hatte der Mann von der Salat- und andere Autofahrer auch: weil sie warten mußten, bis die Majonäse abgeräumt war. Der Schaden ist beträchtlich.
Foto: Wolfgang Westerholz

④

Auf der Dahler Straße in L
genfeld ist gestern am spä
Nachmittag ein 23 Jahre a
Mann mit seinem Lastzug v
unglückt. Der Lastzug kam
einer Kurve ins Schleudern,
zwischen zwanzig und drei
Tonnen Kantholz auf dem Mot
wagen verrutschten. Im selb
Moment stellte sich das Schlep
Fahrzeug hoch — so berich
ten Augenzeugen — und verl
das Gleichgewicht. Dann kracl
te der Vorderwagen um. Dab
riß er ein Loch in die Beto
mauer einer angrenzende
Firma. Der eingeklemmte Fahre
mußte von der Feuerwehr be
freit werden und kam schwe
verletzt ins Klinikum Barmen
Der Busverkehr wurde durch
den Unfall zeitweise unterbro
chen. Nach ersten Schätzungen
beträgt der bei dem Unglück
entstandene Sachschaden über
20 000 Mark. Foto: Westerholz

⑤

Am Briller Kreuz stürzte er um

Auf der Wuppertschnellweg-Abfahrt Briller Straße ist gestern aus Richtung Barmen kommend ein Mercedes-Lastzug verunglückt, als der Lkw-Fahrer sein schweres Gefährt offenbar zu schnell in die Ausfahrt lenkte. Darauf verrutschte die vorwiegend aus Leichtmetall bestehende Ladung, und der Motorwagen stürzte um. Zwei Stunden lang war eine Fahrspur blockiert. Hubschrauber übernahmen derweil die Verkehrslenkung.

⑥

Ein umgestürzter Lastwagen blockierte gestern zwischen 12 Uhr 30 und 14 Uhr die Tiergartener Entlastungsstraße vor der Philharmonie. Nach Polizeiangaben war der 26jährige Aushilfsfahrer Marian K. aus Kreuzberg mit überhöhter Geschwindigkeit in die Rechtskurve gefahren. Der Fahrer, Student für Sozialarbeit, erlitt leichte Prellungen.
Foto: Quax

⑦

Lkw mit 9000 Sicherheitsgurten stürzte um . . .

ww **Hamburg, 4. Mai** Diesem Lastwagen hätte eigentlich nichts passieren dürfen: Er hatte über 9000 Sicherheitsgurte geladen. Das Fahrzeug jedoch stürzte um. Das Unglück geschah beim Einbiegen am Militärflugplatz in Hamburg-St. Pauli (Foto).

Bevor die Feuerwehr den Lkw wiederaufrichten konnte, mußten die Männer die einzelnen Pakete mit Sicherheitsgurten abladen und aufstapeln. Anschließend kam ein Kranwagen der Feuerwehr zum Einsatz. Der Fahrer Helmut H. (40) aus Stade kam mit dem Schrecken davon — er trug einen Sicherheitsgurt.

②

Ladung verrutschte, Wagen kippte um

Offensichtlich ein wenig hastig nahm gestern vormittag der Fahrer eines Lastwagens die Kurve zur Stadtautobahn an der Auffahrt Wichlinghausen. Plötzlich verrutschte die Stückgut-Ladung. Das Fahrzeug kippte um und landete auf den Leitplanken. Die Feuerwehr streute ausgelaufenes Dieselöl ab. Der Verkehr wurde erheblich behindert.
Foto: Westerholz

⑨

zu ①

Ladegut: ca. 8000 kg großflächige Glasscheiben in Kisten auf einem Ladegestell (A-Bock).

Richtige Ladungssicherung siehe Abschnitt 3.2.2 „Glastafeln und Konstruktionselemente“ der VDI 2700.

Unfallgeschehen und Schlussfolgerungen

Unfallschwerpunkt Nr. 1: Kurvenfahrt

zu ②
Ladegut: gestapelte Kartons auf Paletten. Richtige Ladungssicherung siehe Abschnitt 3.5 „Sammelpackungen und Ladeeinheiten“ der VDI 2700.

zu ③
Ladegut: Stahlteile in Gitterboxpaletten. Richtige Ladungssicherung siehe Abschnitt 3.5 der VDI 2700.

zu ④
ohne Kommentar!

zu ⑤
Ladegut: gestapeltes Schnittholz (Kanthölzer). Richtige Ladungssicherung siehe Abschnitt 3.1.2 „Rohre, Stangen, Profile und Schnittholz“ der VDI 2700.

zu ⑥
Ladegut: vorwiegend Eisenteile, Verladung nicht bekannt!

zu ⑦
Ladegut: palettierte Güter (sonst keine Angaben). Typische Pressemeldung „ ...mit überhöhter Geschwindigkeit...“ Der Lkw hatte die erlaubten 50 km/h im Stadtverkehr nicht überschritten. Von der verrutschten Ladung als Unfallursache ist keine Rede.

zu ⑧
Ladegut: gebündelte Papptafeln auf Paletten. Richtige Ladungssicherung siehe Abschnitt 3.5 „Sammelladungen und Ladeeinheiten“ der VDI 2700.

zu ⑨
Ladegut: Stückgut (weitere Angaben nicht bekannt). Richtige Ladungssicherung siehe Abschnitt 3.7 „Güter in Zusammenladung“ der VDI 2700.

Bei der hier mehrfach zitierten VDI 2700 handelt es sich um die Ausgabe Mai 1990.

Weitere Beispiele zur Kurvenfahrt werden noch bei der Beschreibung anderer Ladegüter folgen. Alle aufgeführten Unfälle hätten bei Beachtung und Durchführung der einfachsten Grundregeln zur Ladungssicherung vermieden werden können.

Wie bereits im Kapitel „Allgemeines zur Ladungssicherung“ erwähnt, ist leider nach wie vor die Meinung weit verbreitet, dass besonders schweres Ladegut auf dem Lkw keiner weiteren Sicherung bedarf. Angeblich drückt es so auf die

Verkehrschaos nach Lastwagen-Unfall auf dem Sachsendamm in Schöneberg

Betonteile rissen Brückenpfeiler weg

Straße gesperrt

Beim scharfen Bremsen rutschte gestern auf der Potsdamer Chaussee (Nikolassee) von einem Tieflader ein sechs Meter langer, 2,5 Tonnen schwerer Pfeiler. Die Straße war eine Stunde gesperrt.

Lastwagen verlor Betonplatten: Drei Schwerverletzte

Eggersdorf – Bei einem Unfall mit einem Baufahrzeug sind gestern drei Menschen schwer verletzt worden. Der Fahrer eines mit Bauplatten bepackter Lastwa-

greifen, um die ramponierte Br… zu bewahren.

visorisch abgestützt te, sperrte die Polizei damm gleich nach beiden Richtungen. ir als 70 Polizeibeam- eingesetzt wurden, os nicht aus. In dem

zenzeiten k… Frau.

Wilfried … ter eine … beim Senat… wesen, sieht es … fach als einen Schildbür…

bal „energisch“ zur Wehr setzten.

Betonteile auf der Autobahn

Hilpoltstein – Von einem Lastzug gerutschte Betonfertigteile auf allen drei Spuren der Autobahn München–Nürnberg haben gestern bei Hilpoltstein ein Verkehrs-Chaos ausgelöst. 16 Fahrer konnten den Hindernissen nicht mehr ausweichen und blieben mit zum Teil schwer beschädigten Autos liegen, berichtete die Polizei. Verletzt wurde niemand.

Wilderer rauben Edelfisch

Plötzlich lag ein Stück Brücke auf der Straße

cg. **Hamburg**, 3. Januar

Der Lastzug wollte gestern morgen gerade in den „Horner Pudding“ einfahren, als er plötzlich bremsen mußte. Mit einem Riesengepolter rutschte die Ladung — drei fünf Tonnen schwere Stahlbeton-Brückenpfeiler — auf die Straße (Foto). Glücklicherweise nach rechts, so daß der Verkehr an diesem Brennpunkt nicht behindert wurde. Innerhalb einer Stunde hatte ein Tieflader die Pfeiler wieder aufgehoben.

enrade unbeschädigt.

Als die vom Einsturz bedrohte … es an diesem Nadelöhr zu Unfällen, staue sich der Verkehr zu den Spit… frei. Auch in den nächsten Tagen muß noch mit Verkehrsbehinderungen gerechnet werden. **kil**

Lastwagenfahrer Günter M. aus … Lage bei Detmold: „Ich bin froh daß es nicht noch schlimmer gekommen ist.“ — Fotos: stark-otto

Ladefläche, dass ein Wegwandern oder Verrutschen während der Fahrt unmöglich sei.

Hierzu sind im folgenden beispielhaft drei Ladegutarten aufgeführt, die in den anzuwendenden Sicherungsmethoden einer völlig unterschiedlichen Betrachtungsweise bedürften. Sie sind jedoch der Hauptanlass für das typische Argument: „Das Zeug ist so schwer, das kann nicht verrutschen!“ Hierbei handelt es sich um Betonteile, Bleche (man könnte hierzu fast alle weiteren Stahlerzeugnisse mit aufführen) sowie fahrbare Arbeitsmaschinen.

✻ Betonteile

Insbesondere beim Transport von Betonteilen wird zusätzlich zu der Meinung, dass sich wegen des hohen Gewichtes (Masse) eine Ladungssicherung erübrigt, ein weiteres Argument ins Feld geführt: „Die Oberfläche ist so rauh und verkrallt sich in den Holzunter- und -zwischenlagen!“ Dieser doppelte Trugschluss hat sich bereits in vielen Fällen verhängnisvoll ausgewirkt. Die Oberfläche von Betonteilen kann je nach Fertigungsmethode sehr verschieden sein, angefangen von glatt poliert bis sandig, wobei man bei letzterer beim Begehen derartig körniger Oberflächen so ausgleiten kann, als ginge man auf Erbsen. Auf ein „Verkrallen“ sollte man sich niemals verlassen (Abb. 37).

Abb. 37

Betonteile werden in den verschiedensten Formen hergestellt und müssen je nach innerer Festigkeit bzw. ihrer vorgesehenen späteren Einbaulage transportiert werden, Platten z.B. liegend übereinander oder stehend nebeneinander. In jedem Fall sind alle Teile, egal welche Form oder Masse (Gewicht) sie aufweisen, mit dem Fahrzeugaufbau kraft- oder formschlüssig, vielfach auch in Kombination beider Sicherungsarten, zu verbinden.

Dazu eine wahre Geschichte. Für Ungläubige sei bemerkt, dass die dazugehörigen Fotos nicht gestellt sind.

Eine Polizeistreife stoppte mitten im dichten Stadtverkehr eine Zugmaschine mit angekuppeltem Plateau-Anhänger, weil das obere der beiden Betonfertigteile bereits so verrutscht war, dass es seitlich über die Breite des Fahrzeugprofils hinausragte (Abb. 38).

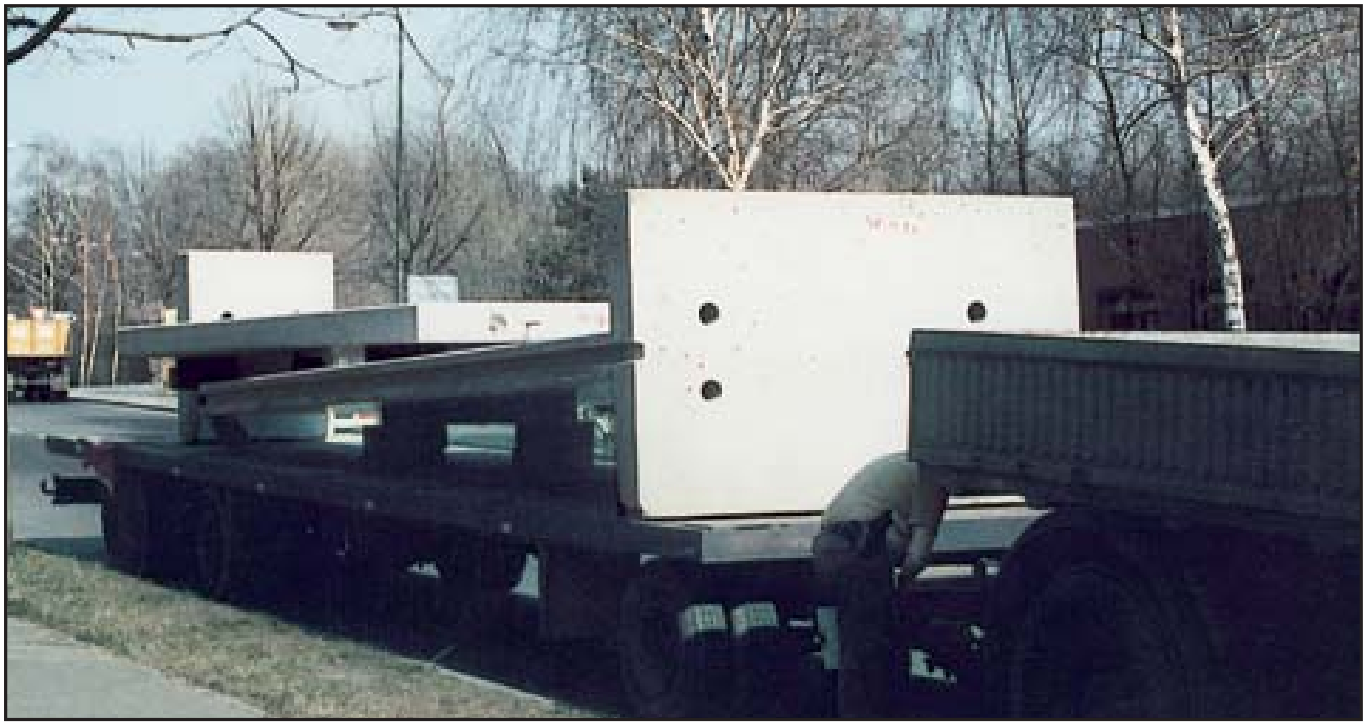


Abb. 38

Damit sich einerseits die Betonteile nicht untereinander berühren und damit andererseits die großen, flächigen Teile aus Festigkeitsgründen möglichst waagerecht liegen, wurden Distanzhölzer sowohl zwischen Ladefläche und unteres Betonteil als auch zwischen beide Betonteile „geschichtet“. Eine der „Abstützungen“, die sich unter dem bereits verrutschten Betonteil befand, stand kurz vor dem Umsturz (Abb. 39).

Wahrscheinlich in Ermangelung geeigneter Zwischenhölzer fand weiterhin ein fahrzeugeigener Vorlegekeil Verwendung, wobei hier als einzig Positives an der Gesamtsituation zu vermerken ist, dass dieser Keil mittels eines Drähtchens gegen Verlieren „gesichert“ war (Abb. 40). Eine Sicherung der Betonteile auf dem Fahrzeugaufbau fehlte völlig. Ein derartiger Transport dürfte aus juristischer Sicht wohl schon den Tatbestand vorsätzlicher Verkehrsgefährdung erfüllen.

In diesem Zusammenhang sei auch darauf hingewiesen, dass Kanthölzer mit quadratischem Querschnitt, insbesondere wenn sie als Unter- oder Zwischenlagen quer zur Fahrtrichtung verlegt

Abb. 39

werden, beim Bremsvorgang zur Rolle werden können. Damit wird die Bewegung der Ladung in Richtung Führerhaus begünstigt. Diese Gefahr besteht um so mehr, je geringer der Querschnitt ist. Auch mehrfach benutzte Hölzer, an denen die Kanten bereits abgerundet sind, können ins Rollen kommen. Das kann auch schon bei neuen Hölzern der Fall sein, wenn sie aus dem seitlichen Stammbereich oder aus dem Stammende geschnitten wurden.

Merke: Unter- oder Zwischenlagen aus Holz sollten, ob einzeln oder übereinander gelegt, nie so hoch sein, dass das Verhältnis der Auflagebreite zur Abstützhöhe nicht mehr stimmt. In derartigen Fällen liegt die unterstützte Ladung bereits in labilem Zustand auf dem Fahrzeug. Die Breite sollte immer größer als die Höhe sein.

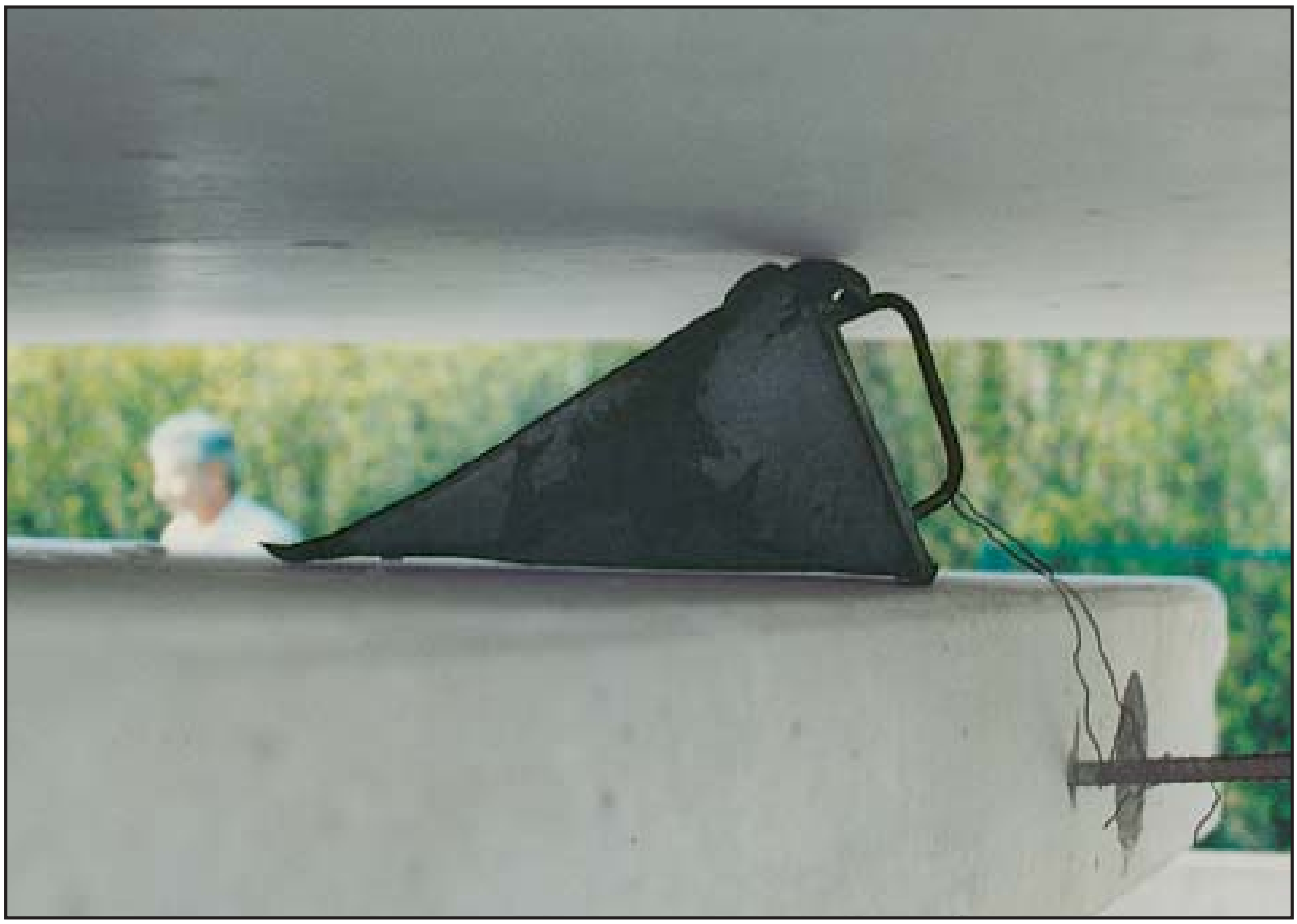


Abb. 40

Unfallgeschehen und Schlussfolgerungen

„Schwere“ Ladegüter

Liegende Betonplatten, die die gesamte Breite der Ladefläche ausfüllen, werden im Allgemeinen nur durch Niederzurren gesichert. Das gezeigte Fahrzeug (Abb. 41) wurde durch die Polizei stillgelegt, da die Sicherung nur durch einen Zurrgurt erfolgte. Eine kräftige Person kann im Höchstfall mit der zu dem Gurt gehörenden Ratsche eine Vorspannung von 400 daN (400 kg) aufbauen. Das bedeutet, dass unter günstigsten Voraussetzungen, wenn diese Vorspannung auch auf die andere Seite übertragen wird und der Gurt auf beiden Seiten senkrecht (Vertikalwinkel = 90°) verläuft, ein Gesamtdruck von ca. 800 daN (800 kg) auf die Ladung ausgeübt wird. Dieser Druck würde aber in keinem Fall auf die beiden zuoberst liegenden schmaleren Teile wirken, da der Vertikalwinkel im oberen Bereich erheblich flacher wird. Die oberste Lage ist praktisch unter dem flachen Verzurrwinkel so gut wie gar nicht gesichert. Wieviel Zurrmittel tatsächlich erforderlich wären bzw. welche Vorspannkraft auf die Ladung drücken müsste, um sie allein durch Niederzurren zu halten, siehe Berechnungsbeispiel für gebräuchliche Zurrmittel im Abschnitt „Niederzurren“, Seite 56. Dazu müssten die Masse bzw. Gewichtskraft sowie die einzelnen Reibungszahlen zwischen den

Abb. 41

Betonteilen und zwischen diesen und den Unter- oder Zwischenlagen bekannt sein.

Übrigens: Bei genauer Betrachtung von Abb. 41 lässt sich erkennen, dass als Unterlagen zuvor erwähnte Kanthölzer mit ganz geringem quadratischen Querschnitt benutzt wurden. Damit wäre bei einer starken Fahrzeugverzögerung nicht nur ein Verrutschen, sondern ein Verrollen der Gesamtladung in Richtung Führerhaus „vorprogrammiert“. Bei Kurvenfahrt könnte das gleiche geschehen, was sich in einem anderen Fall ereignet hat:

Bei Einfahrt in eine Linkskurve musste der Fahrer eines Sattelzuges hart bremsen. Ein Teil seiner völlig ungesicherten Ladung stürzte, unmittelbar in Nähe eines Fußgängerüberweges, von der Ladefläche (Abb. 42).

Stehende Betonplatten werden überwiegend auf Ladegestellen (A-Böcken), die mit dem Fahrzeugaufbau zu verbinden

Abb. 42

sind, befördert. Auch hier sind die Platten sowohl in Längsrichtung gegen Verrutschen als auch in Querrichtung gegen Herabkippen zu sichern.

Hierzu ein weiteres Unfallbeispiel:
Bei einer starken Bremsverzögerung riss die für die schwere Ladung viel zu schwach dimensionierte Verzurrung. Die geladenen Betonplatten rutschten samt A-Bock gegen das Führerhaus und verletzten den Fahrer (Abb. 43). Die Ursachen dafür:

Abb. 43

1. Der aus Metallprofilen gefertigte A-Bock stand ohne jegliche Sicherung auf dem Fahrzeug. Dabei hatten die metallischen Aufstandsflächen des A-Bocks direkten Kontakt mit den Stahllängsträgern der Ladefläche, die aus dem verschlissenen Holzboden der Ladefläche hervortraten (Reibungszahl Stahl auf Stahl ca. 0,1; siehe Kapitel „Physikalische Grundlagen zur Ladungssicherung“, Seite 39).
2. Ladung und A-Bock waren nur mit einem einzigen dünnen Drahtseil niedergezurrt, ein Mehrfaches wäre erforderlich gewesen.
3. Eine zusätzliche Sicherung in Fahrtrichtung fehlte.

Aus Abb. 44 ist eine wirkungsvolle Sicherung stehender Betonplatten ersichtlich. Sowohl die Niederzurrung als auch die Diagonalverzurrung nach hinten wird durch den Einsatz robuster Zurrketten vorgenommen. Diese hervorragende Methode – durch eine um die Stirnseite der Ladung gelegte verstellbare Schlinge, in die Zurrmittel eingehakt und nach hinten verspannt werden – sieht man viel zu selten. Nicht nur für Betonteile, sondern auch für diverse andere Ladegüter, die sonst nur durch Niederzurrung gesichert werden, wäre diese Kombi-

Abb. 44

nation der Verzurrung bei Anwendungsmöglichkeit anzuraten, zumal die höchsten Sicherungskräfte entgegen der Fahrtrichtung aufzubringen sind. Das gilt insbesondere dann, wenn die Ladung wegen einer fehlenden Stirnwand, so z.B. bei Fahrzeugen mit Ladeschemel und Nachläufer, keine Laderaumbegrenzung zum Führerhaus hat.

Abb. 45

Der Betonbinder (Abb. 45) wird gerade gesichert. Beide sich gegenüberliegenden Rungenpaare, sowohl des vorderen als auch des hinteren Ladeschemels, werden durch Kettenzüge unter Aufwendung höchster Vorspannkräfte miteinander verbunden, um Kraftschluss zwischen den Rungen und dem Betonbinder zu erzeugen. Die Zurrkette, die vom vorderen Ladeschemel schräg über den vorderen Bereich des Binders verläuft, ist noch nicht gespannt. Die als Direktzurrung verlegte Kette soll die Ladung nur noch zusätzlich gegen Verrutschen in Fahrtrichtung sichern. Zur Aktivierung der dafür erforderlichen Haltekräfte in der Kette genügt es, sie mit weitaus geringerem Kraftaufwand stramm zu spannen, als dies für eine Niederzurrung erforderlich wäre. Sie sollte jedoch so fest gespannt werden, dass eine Lockerung im Fahrbetrieb nicht zu erwarten ist. Schon eine geringe Lockerung im Zurrmittel kann zur Folge haben, dass sich beim Verrutschen der Ladung in Fahrtrichtung die Haltekräfte in der Kette nicht ruckfrei aufbauen. Es kann zu einer schlagartigen Belastung kommen, was wiederum zum Überdehnen oder Bruch der Kette führen kann.

Weiterhin wäre der Binder in Höhe beider Ladeschemel fest mit diesen zu verspannen, wobei eine einfache Überspannung als Niederzurrung nicht so günstig ist wie ein einmaliges Umschlingen der Gesamtladung (Spilleffekt). Dabei wäre auf beiden Seiten eine Spannvorrichtung einzusetzen, natürlich mit einer ausgerichteten Zugkraft von Oberkante der Ladung zum Ladeschemel.

Abb. 46: Dieser Betonbinder, der nicht entsprechend gesichert war, muss wohl nochmals angefertigt werden.

Unfallgeschehen und Schlussfolgerungen

„Schwere“ Ladegüter

Obwohl die vorgenannten Fälle nur auf die Sicherung von Betonteilen mit größeren Abmessungen und hohem Gewicht abstellten, gilt das vorher Gesagte ebenfalls für kleinere Teile. Hierzu wieder ein Beispiel aus der Praxis:
Beim Durchfahren einer Rechtskurve setzten sich die im hinteren Bereich der Ladefläche eines Sattelanhängers gestapelten Betonteile in Bewegung. Ähnlich, wie die in Abb. 47 gezeigten Rohzinkblöcke, schlugen sie eine Bordwand aus ihren Verschlüssen und fielen auf die Fahrbahn. Warum wurden die Teile auf so unsicherer Standfläche gelagert und sogar gestapelt? Natürlich nur wegen einer besseren Be- und Entlademöglichkeit. Die Ladungssicherung wurde dabei völlig außer acht gelassen.

Abb. 47

Auch beim Transport von Betonrohren wird vielfach ohne jegliche Sicherung gefahren. Die in Sattellage übereinander gestapelten Rohre, die Muffenenden in jeder Lage zu einer anderen Seite weisend, sind nicht gegen seitliches Verrutschen und Herabfallen gesichert (Abb. 48). Auch bei Fahrzeugen mit Bordwänden sind Rohre, die nicht gegen Verrutschen durch die Laderaumbegrenzung formschlüssig gesichert werden, besonders festzulegen. Es gibt verschiedene Sicherungsmethoden.

Für den Transport von Betonrohren mit größerem Durchmesser siehe auch Abschnitt „Güter in Rollenform“, Seite 157.

Abb. 48

Abb. 49: Wer mag für diesen Transport die Verantwortung übernommen haben?

Abb. 50: Ein nach DIN 19 695 „Befördern und Lagern von Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonrohren, zugehörigen Formstücken sowie Schachtringen“ beladenes Fahrzeug.

Unfallgeschehen und Schlussfolgerungen

„Schwere“ Ladegüter

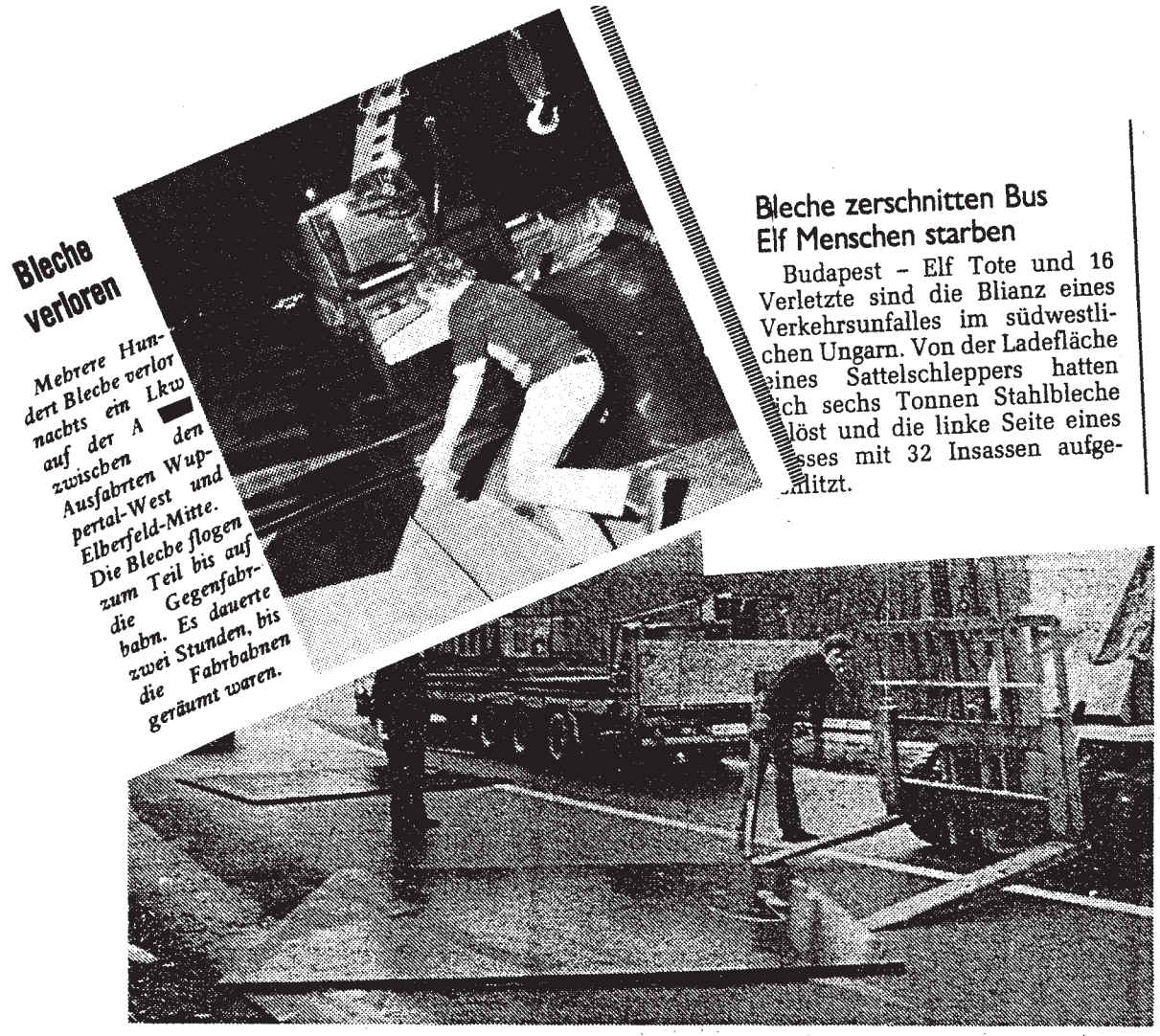
Auch Beton-Schachtringe, auf ihrer Kreiskante stehend (Abb. 51), sind form- oder kraftschlüssig auf der Ladefläche zu sichern. Wer da glaubt, bei übereinander gelagerten Schachtringen brauche nur der untere gesichert zu werden, da die oberen formschlüssig mit den unteren nach dem Prinzip von Nut und Feder gesichert seien, ist im Irrtum. Außerdem besteht bei zu hoher Stapelung Kippgefahr. Unfälle durch herabfallende Ringe, hervorgerufen durch extreme Fahrbedingungen wie Unebenheiten der Fahrbahn oder Bahnübergänge, sind bekannt.
Die schlechten Erfahrungen anderer sollte man sich zunutze machen und nichts dem Zufall – hier allein dem Glück – überlassen.

Beispiele richtiger Ladungssicherung von Betonteilen, ob nun lange Hallenbinder, Platten (liegend oder stehend) oder Betonrohre usw., sind der VDI 2700 unter verschiedenen Abschnitten zu entnehmen.

Abb. 51

✻ Bleche

Beim Transport von übereinander gelegten Blechtafeln, Stahlplatten oder Blechpaketen wird häufig ebenfalls mit Hinweis auf das hohe Gewicht auf jegliche Ladungssicherung verzichtet bzw. nur mit unzureichenden Mitteln gesichert. Die bei stehendem Fahrzeug augenscheinlich so „satt“ auf der Ladefläche aufliegenden Blechtafeln können jedoch während des Fahrbetriebes, insbesondere bei Kurvenfahrt, ausscheren.


Bleche verloren
Mehrere Hundert Bleche verlor nachts ein Lkw auf der A [redacted] zwischen den Ausfahrten Wuppertal-West und Elberfeld-Mitte. Die Bleche flogen zum Teil bis auf die Gegenfahrbahn. Es dauerte zwei Stunden, bis die Fahrbahnen geräumt waren.
Bleche zerschnitten Bus
Elf Menschen starben
Budapest – Elf Tote und 16 Verletzte sind die Blianz eines Verkehrsunfalles im südwestlichen Ungarn. Von der Ladefläche eines Sattelschleppers hatten sich sechs Tonnen Stahlbleche gelöst und die linke Seite eines Busses mit 32 Insassen aufgeschlitzt.

Sechs Stahlplatten rutschten am Samstag von einem Lastzug, der an der Autobahnanschlußstelle Wuppertal-Ost auf die A 1 in Richtung Hagen auffuhr. Jede dieser Platten wog 1,5 Tonnen. Es gab bei dem Unfall, der gegen 10 Uhr passierte, nur einen Leichtverletzten. Der Mann saß in einem Pkw, der bei der Abfahrt von der Autobahn über die Stahlplatten gefahren war. ***Foto: Wolfgang Westerholz***

Unfallgeschehen und Schlussfolgerungen

„Schwere“ Ladegüter

Diverse Unfälle mit verheerenden Folgen sind bekannt.

Von der Fahrzeugladefläche ausscherende Blechtafeln können wie riesige Messer entgegenkommende Fahrzeuge und deren Insassen förmlich „zerschneiden“. So hätte sich das im Zeitungsartikel „Bleche zerschnitten Bus ...“ beschriebene Unfallgeschehen auch auf hiesigen Straßen ereignen können.

Darum sind Blechtafeln, ob einzeln oder in Paketen zusammengefasst, immer gegen Verrutschen form- oder kraftschlüssig auf dem Fahrzeug zu sichern. Oft ist sogar die Kombination beider Sicherungsmethoden erforderlich. Die in Abb. 53 nur vermeintlich fest und

Abb. 52

unverrückbar auf der Ladefläche aufliegenden Blechtafeln bedürfen folgender weiterer Sicherungsmaßnahmen:

1. Die gegenüberliegenden Rungen sind mittels Spannketten oder anderer Verzurrmittel miteinander zu verbinden

2. Die Freiräume zwischen den Rungen und dem Blechstapel sind auszufüllen, z.B. durch Distanzhölzer (auch diese sind gegen Verlieren zu sichern)
   – formschlüssige Sicherung –

3. Die gesamte Ladung ist mehrfach durch geeignete Zurrmittel (Kette, Gurt, Seil) auf die Ladefläche niederzuspannen oder horizontal diagonal zu verzurren
   – kraftschlüssige oder formschlüssige Sicherung –
   (Definition von form- und kraftschlüssiger Sicherung, siehe Seite 167)

Abb. 53

Sind keine Ladeflächenbegrenzungen wie Bordwände oder Rungen vorhanden oder muss auf diese Begrenzungen wegen Überbreite der Blechtafeln verzichtet werden, sind besondere Maßnahmen zur Festlegung der Bleche erforderlich. Eine Niederzurrung reicht hier allein nicht aus. Während der vordere Stapel noch mit zwei „Niederspannungen“ versehen ist, wird für den hinteren Stapel lediglich eine „Niederzurrung“ eingesetzt (Abb. 54), die bei näherem Hinsehen lediglich als Attrappe einzustufen ist (Abb. 55).

Abb. 54

Diese „Maßnahmen“, angefangen beim „Häkchen“ am Fahrzeug über die mangelhafte Seilendverbindung (Seilklemmen, auch in größerer Anzahl, sind unzulässig als Endverbindung bei Zurrdrahtseilen), das ungeschützte Seil an den scharfen Blechkanten, bis hin zu der deutlich erkennbaren Lockerung im Seil spotten jeder Beschreibung. Die Ladung ließe sich auf diesem Fahrzeug gegen seitliches Verrutschen vermutlich nur über horizontales Diagonalverzurren sichern, angesetzt an allen vier Eckpunkten der Stapel schräg zur anderen Fahrzeuglängsseite.

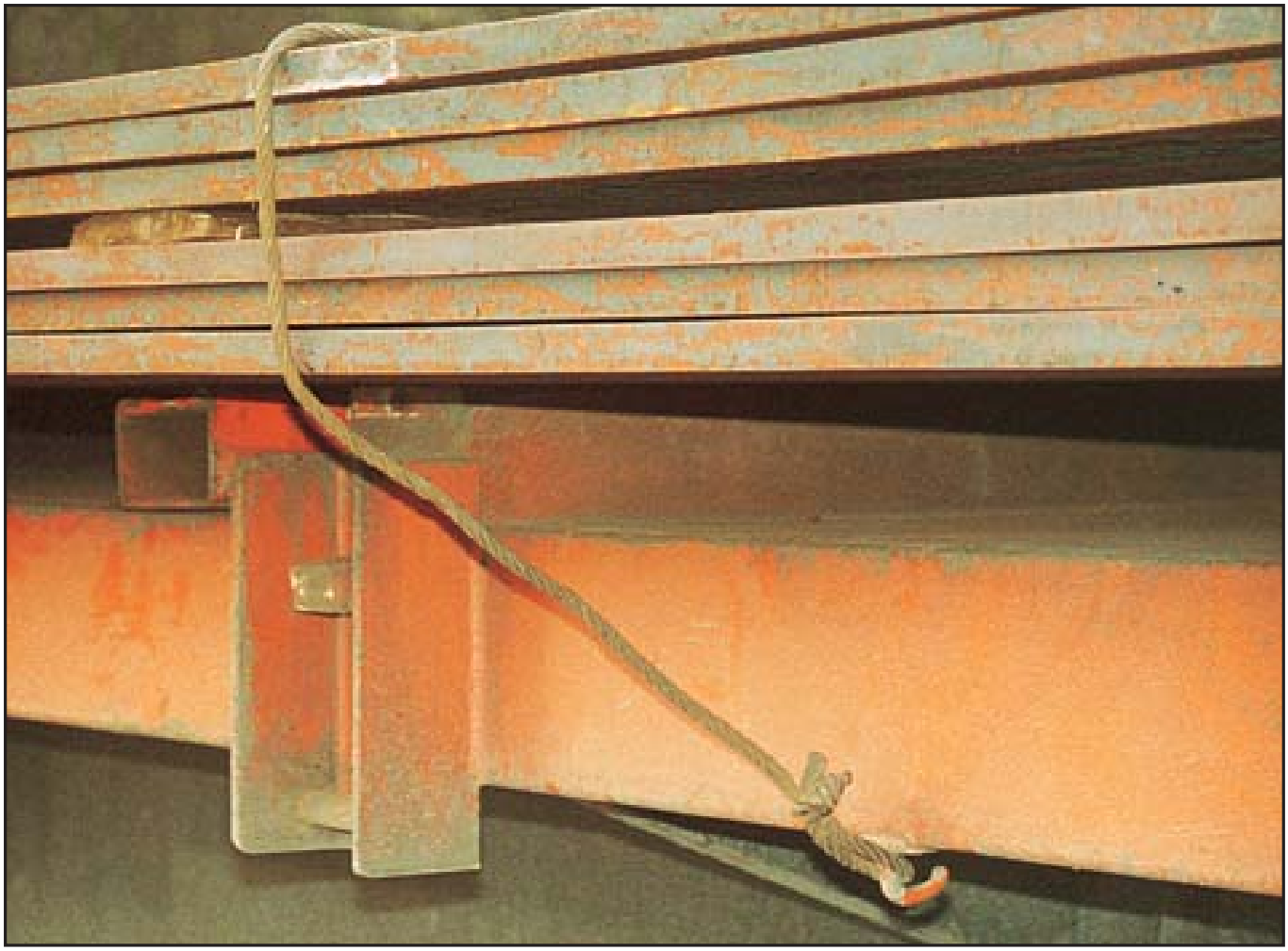


Abb. 55

Gut gesichert sind hingegen die zu einer Einheit zusammengefassten gestapelten Blechpakete (Abb. 56). Streifenförmige Anti-Rutschmatten sind sowohl auf der Ladefläche als auch zwischen den Paketen ausgelegt. Die als Kantenschutz zwischen Zurrgurten und Paketen gelegten Streifen sollen ein Hervorrutschen der Pakete unter den Gurten erschweren, hemmen jedoch die Kraftübertragung von der Spann- zur gegenüberliegenden Seite erheblich und verringern damit die Wirkung der Niederzurrung. Um einen ungehemmten Kraftfluss von der Spann- zur anderen Seite zu erreichen, müssten zwischen Gurten und Anti-Rutschmatten z. B. glatte Kunststoffkantenschützer, wie in Abb. 138 dargestellt, eingesetzt werden.

Beispiele richtiger Ladungssicherung von Blechtafeln und sonstigem flächigen

Abb. 56

Ladegut, z.B. Baustahlmatten, Glastafeln, siehe Abschnitt 3.2 „Flächiges Gut“ der VDI-Richtlinie 2700.

Siehe auch Belade-Richtlinien für den Transport von Stahlerzeugnissen, die zum Teil von der verladenden Industrie herausgegeben werden.

✻ Fahrbare Arbeitsmaschinen

Fassungslos steht der Fahrer neben dem herabgefallenen Bagger. Er hat ihn gerade bei Kurvenfahrt verloren und kann es jetzt noch nicht glauben, dass dieses „schwere“ Gerät ohne erkennbares „fremdes Zutun“ von der Ladefläche rutschte (Abb. 57). Dieses unsichtbare „fremde Zutun“ ist aber in keiner Weise außergewöhnlich, sondern gängige Physik.

Neuwertige Geräte, wie Bagger, Raupen, Walzen, Radlader und auch Gabelstapler, werden üblicherweise für den Transport vom Hersteller zum Kunden auf der Ladefläche gesichert. Ob immer ausreichend, sei einmal dahingestellt. Werden jedoch gebrauchte Geräte von Baustelle zu Baustelle

Abb. 57

oder zwischen Betriebshof und Einsatzort transportiert, wird im Allgemeinen auf jegliche Sicherung der Ladung verzichtet, es sei denn, dass aus Gründen einer Alibifunktion mit völlig unterdimensionierten Ketten oder Gurten die Ladung etwas verzurrt wird. Meistens wird der Zielort mit viel Glück erreicht. Manche haben jedoch Pech und verlieren unterwegs das geladene Gerät, wie es viel zu häufig Zeitungsberichte belegen.

Die Schilderung solcher „Abwürfe“ fahrbarer Arbeitsmaschinen von Tiefladefahrzeugen ließe sich beliebig fortsetzen, auch mit der Folge verletzter oder getöteter Personen. Das muss nicht sein!

Umgestürzte Walze blockiert Verkehr

Eine umgestürzte Straßenwalze – sie war von einem Tieflader gefallen – blockierte gestern vormittag für eine halbe Stunde die Straße Am Juliusturm in Spandau. Das Unglück geschah in Höhe der Zitadelle. Die Feuerwehr richtete mit einem Kran die fünf Tonnen schwere Walze auf. Es kam zu erheblichen Verkehrsstauungen.

Lkw-Unfall auf Stadtring

Für zwei Stunden mußte der Stadtring in Richtung Nord Dienstag nachmittag im Bereich des Abzweigs Steglitz gesperrt werden. Ein vier Tonnen schwerer Radlader war vom Anhänger eines Lkw auf den Mittelstreifen gestürzt. Er hinterließ einen 36 Meter langen Riß in der Fahrbahndecke und eine 64 Meter lange Ölspur.

Bagger stürzte auf Fahrbahn

■ **Potsdam** – Wegen unsachgemäßer Sicherung rutschte am Freitag auf der Tangente zwischen der A 9 und der A 10 am Autobahndreieck Potsdam ein Bagger von der Ladefläche eines [illegible] Lkw und stürzte auf die Fahrbahn. Während der Bergungsarbeiten waren die A 9 und die A 10 in Richtung Autobahndreieck Werder für vier Stunden gesperrt.

Bei dem zu transportierenden Radlader (Abb. 58) wird gleich gegen 3 Grundregeln der Ladungssicherung verstoßen.

Abb. 58

Wer würde schon auf die Idee kommen, Schüttgut (Sand oder Kies) auf einem Tieflader zu befördern? Wohl keiner! Genauso wenig eignet sich dieser Tandemachsanhänger mit Kipperaufbau für den Transport eines Radladers. Der Gesamtschwerpunkt (Fahrzeug mit Ladung) liegt zu hoch (Umsturzgefahr bei Kurvenfahrt).

Durch seitliches Verrutschen des Radladers, der in keiner Weise auf der glatten Stahlblechladefläche gesichert ist, würde der Umsturz begünstigt werden.

Allein das Ablegen der Ladeschaufel auf der hinteren Bordwand kann nicht als Sicherung angesehen werden. Außerdem, hier auf dem Bild nicht erkennbar, ist die formschlüssige Feststelleinrichtung der Knicklenkung des Laders nicht eingelegt.

Beim Transport fahrbarer Arbeitsmaschinen sind vorab grundsätzlich folgende Maßnahmen erforderlich:

– Anziehen der Feststellbremse,

– Einlegen des kleinsten Ganges (bei mechanischem Getriebe),

– Betätigen der Schwenkwerkbremse und Einlegen der Schwenkwerkarretierung bei Maschinen mit schwenkbarem Oberwagen (Bagger, Krane),

– Festlegen der formschlüssigen Knicklenkung (soweit zutreffend).

Die Durchführung einer ausreichenden Ladungssicherung setzt voraus, die erforderlichen Sicherungskräfte zu kennen und entsprechende Hilfsmittel einzusetzen.

„Schwere“ Ladegüter

Die gebräuchlichste Art der Sicherung ist die Diagonalverzurrung (Abb. 59), die sowohl ein Bewegen des Gerätes in Längs- als auch in Querrichtung auf der Ladefläche verhindern soll (Sicherungsbeispiel einer 10 t schweren Baumaschine siehe Abschnitt „Gemeinsame Forderungen an alle Zurrmittel“, Seite 181). Zusätzlich sollten hier zwischen Stahl-Ladefläche und Raupenketten rutschhemmende Zwischenlagen verlegt werden, und wenn es nur flache Bretter sind.

Abb. 59

Reicht die zulässige Zugkraft der eingesetzten Zurrmittel nicht aus oder sind keine vorhanden, ist formschlüssig, wie z.B. durch Verkeilen des Fahrwerks (Raupenketten oder Räder), in Längs- und Querrichtung zu sichern oder in Kombination (Abb. 60). Die geladene Maschine (Abb. 61) wurde durch Fachleute gesichert. Starke Zurrketten, im oberen Bereich der Maschine angeschlagen, sichern durch Schrägzurrung. Eine Diagonalverzurrung ist im unteren Bereich angelegt. Zwischen den ausgefahrenen Abstützplatten der Maschine sowie zwischen Raupenfahrwerk und Ladefläche sind Antirutschmatten (RH-Matten) verlegt. Die Sicherungsarten können je nach Transportfahrzeug und Beschaffenheit der zu transportierenden Maschine jedoch so vielseitig sein, dass

Abb. 60

hier auf Einzelheiten nicht weiter eingegangen werden kann. Wünschenswert wäre jedoch, wenn schon die Hersteller von Tiefladefahrzeugen etwas mehr daran denken würden, dass auf den von ihnen gelieferten Fahrzeugen nicht nur etwas transportiert, sondern auch gegen Herabfallen gesichert werden soll. Was nützt es, wenn z.B. durch den Fachausschuss „Tiefbau“ geprüfte und mit GS-Zeichen versehene fahrbare Arbeitsmaschinen mit robusten Einhakmöglichkeiten für Zurrmittel ausgerüstet sind, entsprechende Zurrpunkte am Tieflader jedoch fehlen.

Abb. 61

In § 22 (1) UVV „Fahrzeuge“ wird die Ausrüstung von Tiefladern mit Zurrpunkten ausdrücklich gefordert. Wenn diese Spezialfahrzeuge auch nicht unter den Anwendungsbereich der DIN EN 12640 fallen, so ging man bei der Erarbeitung dieser Norm davon aus, dass für bestimmte Fahrzeugarten ohnehin höhere Anforderungen gelten dürften.

Wörtlich heißt es dort:
„Die Norm gilt nicht für Fahrzeuge, die nach ihrer Bauart und Einrichtung für die Beförderung spezieller Güter mit besonderen Anforderungen an die Ladungssicherung bestimmt sind.“

Sind diese „höheren Anforderungen“ damit erfüllt, dass ein Tieflader lediglich mit vier Zurrpunkten, d.h. in jeder Ladeflächenecke mit nur einem Zurrpunkt ausgerüstet ist? Oder kann man senkrecht in den Außenrahmen eingeschweißte Stäbe überhaupt als Zurrpunkte betrachten, bei deren Benutzung Haken oder sonstige Verbindungselemente von Zurrmitteln zwangsläufig auf Biegung oder durchgezogene Seile durch die scharfen Kanten auf Knickung beansprucht werden?

Bei Ausrüstung von Tiefladern mit Zurrpunkten sollte immer daran gedacht werden, dass vielfach nicht nur eine große fahrbare Arbeitsmaschine, sondern gleichzeitig weitere Einzelteile (Abb. 62), z.B. zusätzliche Anbaugeräte (Greifer), oder auch mehrere Kleingeräte (Abb. 63) mit einem Transport befördert werden sollen.

Abb. 62

Abb. 63

Weitere Möglichkeiten zur formschlüssigen Sicherung von fahrbaren Arbeitsmaschinen und sonstigen Ladegütern würden variable Absperrmöglichkeiten bieten, z.B. durch kräftige Steckbolzen (Abb. 64), fast übereinstimmend mit der Idealvorstellung, wie im Abschnitt „Lochschienen“ (Seite 210) beschrieben.

Ähnliche Ausführungen sieht man zwar auf Messen an ausgestellten Fahrzeugen, in der Praxis jedoch selten. Liegt das nun nur am Hersteller oder auch am Kunden, der damit den selbstverständlich höheren Preis scheut? Das gilt auch für entsprechende Ausrüstung mit Zurrpunkten.

„Schwere“ Ladegüter

Die Hersteller von Tiefladern sind aufgefordert, vernünftig angebrachte, ausreichend dimensionierte Zurrpunkte in der für eine Sicherung unterschiedlicher Ladung ausreichenden Anzahl serienmäßig (!) zu liefern; die Betreiber sind dazu aufgefordert, beim Kauf gegenüber dem Hersteller ausdrücklich darauf zu dringen. Sparen Sie nicht am falschen Objekt – es zahlt sich nicht aus!

Beispiele richtiger Ladungssicherung siehe unter Abschnitt 3.6.2 „Räder- und Kettenfahrzeuge“ der VDI 2700.

Abb. 64

Zu der anfangs aufgestellten Behauptung, dass auf die Ladungssicherung von unempfindlichen oder weniger wertvollen Gütern vielfach verzichtet wird, sei hier nochmals näher eingegangen.

Geradezu abenteuerlich wirkende Transporte werden für die Einrichtung oder Auflösung von Baustellen zusammengestellt. Betonmischmaschine, Schubkarre, Schalbretter und sonstige Baumaterialien und Werkzeuge werden kreuz und quer „verstaut“. Eine weitere Sicherung, z. B. Verzurrung, erfolgt nicht, da sich die Ladung angeblich „ineinander verkrallt“ oder „gegenseitig abstützt“. Das gezeigte Fahrzeug ist zwar älterer Bauart (Abb. 65), die dargestellte Situation jedoch oftmals noch aktuell.

Abb. 65

Ähnlich verhält es sich mit Fahrzeugen, die zum Einsammeln und zum Transport von Altmaterialien eingesetzt werden. Eine Sicherung der hoch aufgetürmten Ladung ist meistens nicht erkennbar. Eine Sonderstellung nehmen hierbei die Fahrzeuge zur Beförderung von Schrott-Pkw ein. Um die Nutzlast der Transportfahrzeuge auszunutzen, wird die Ladung mehrschichtig übereinander gestapelt (Abb. 66). Da Pkw jedoch nicht für eine Stapelung konstruiert werden, ist die Standsicherheit dieser Stapel äußerst bedenklich (Abb. 67). Auf eine angemessene Ladungssicherung wird hier nach dem Motto „Schrott bleibt Schrott“ verzichtet.

Abb. 66

An den Schaden, den das herabfallende Ladegut anrichten kann, wird nicht gedacht.

Abb. 67

Es stellt sich die Frage, warum gerade der Transport von Schrott-Pkw bisher nicht so geregelt wurde, dass die Beförderung z. B. ausschließlich in Stahl-Containern mit hohen Seitenwänden durchzuführen ist, wobei die Höhe der Seitenwände der Beladehöhe die Grenzen setzt. Von einigen Verwertungsfirmen von Schrott-Fahrzeugen wird diese Transport-Methode bereits praktiziert.

Ähnlich verhält es sich beim Transport von Gütern in Ballenform, ob Torf-, Stroh- oder Altpapierballen. Entweder aus Ermangelung geeigneter Zurrmittel, meist jedoch aus Bequemlichkeitsgründen, wird auf eine ausreichende

Abb. 68

Ladungssicherung verzichtet. Beim Durchfahren einer Linkskurve fielen etwa die Hälfte der geladenen Altpapierballen vom Anhänger eines Lastzuges herab (Abb. 68). Obwohl das Fahrzeug mit Seilen und Spannwinden ausgerüstet war, hatte man hier wegen des minderwertigen Ladegutes auf ein Verzurren der Ballen verzichtet. Ähnlich wie in Abb. 69 war lediglich eine morsche Plane, befestigt mit Gummibändern, über die Ladung gespannt. Diese „Sicherung“ diente wahrscheinlich nur der Ladung als Schutz gegen Witterungseinflüsse.

Abb. 69

Bei wertvollem Ladegut würde man nicht mit einer derartigen „Sicherung“ losfahren. In Anbetracht derartiger Bilder und des Unfallgeschehens muss die Frage erlaubt sein, was in den Verantwortlichen vor sich geht. Sicher wird in vielen Fällen nach folgendem Gedankengang gehandelt:

„Sichere ich diese minderwertige Ladung oder fahre ich vorsichtig? Dann nicht stark bremsen, lieber langsam durch die Kurven und insgesamt defensive Fahrweise.“

Leider siegt in den meisten Fällen die Bequemlichkeit, also das Losfahren ohne Ladungssicherung. Der Gedanke, dass zum Schutz der anderen Verkehrsteilnehmer auch derartige Güter zu sichern sind, bleibt dabei auf der Strecke.

Unfallgeschehen und Schlussfolgerungen

Langmaterial

Zum Langmaterial gehören alle stabförmigen Güter, die wegen ihrer Länge nicht quer auf der Ladefläche verstaut werden können, z. B. Langholz, Stahlprofile, Rohre.

Beim Langmaterialtransport ist insbesondere das Fahrpersonal beim Bremsvorgang gefährdet. Darum muss die Stirnwand an Fahrzeugen, die für derartige Transporte eingesetzt werden, so bemessen sein, dass die von der Ladung ausgehenden Kräfte sicher aufgenommen werden können. Doch die stabilste Stirnwand ist nutzlos, wenn über ihre Höhe hinausgeladen wird und für einzelne Ladungsteile der Weg zum Führerhaus frei ist (Abb. 70).

Abb. 70

Der Rödeldraht, mit dem die Träger zusammengefasst sind, kann bei einer starken Bremsverzögerung ein Vorschießen der oberen Trägerlage nicht verhindern. Auch gegen seitliches Herabfallen der Ladung ist der Rödeldraht als Zurrmittel für derartige Lasten nicht geeignet.

Bei einem normalen Bremsvorgang eines Sattelzuges (Abb. 71) vor einer Ampelanlage geriet die zuoberst geladene Lage Winkelprofile ins Rutschen. Da über die Stirnwand hinausgeladen war, durchschlugen die Blechprofile das Führerhaus. Im Vordergrund von Abb. 72 ist die aufgespießte Frontscheibe des Lkw erkennbar.

Abb. 71

Der Fahrer wurde auf seinem Sitz zwischen Rückenlehne und Lenkrad eingequetscht und erlitt erhebliche Verletzungen. Ähnliche Unfälle sind keine Seltenheit, werden jedoch durch Pressemeldungen nicht so an die Öffentlichkeit getragen, wenn „nur“ das Fahrpersonal, aber keine weiteren Personen in Mitleidenschaft gezogen wurden.

Abb. 72

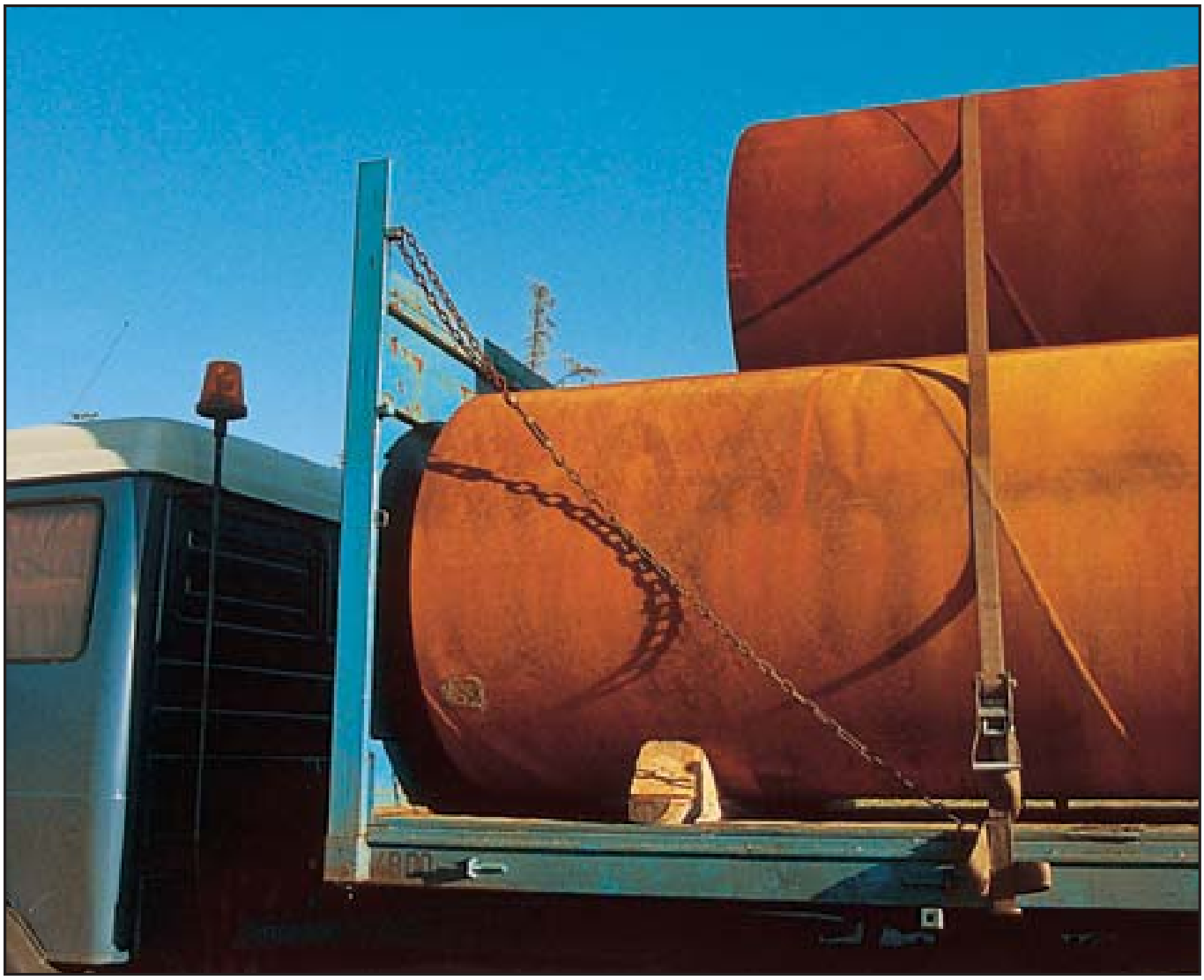


Abb. 73

Bei einigen Langmaterialtransporten geht beim Ausnutzen der Nutzlast die Ladehöhe über die Führerhaushöhe hinaus. Dies ist häufig beim Rohrtransport der Fall. Selbstverständlich muss dann die Stirnwand mindestens die Höhe des Führerhauses haben. Hier soll die Stirnwand zusätzlich durch Kettenabspannung gegen Abknicken in Fahrtrichtung durch zu hohen Ladungsdruck oder eventuellen Ladungsaufprall unterstützt werden (Abb. 73). Solche oder ähnliche Abspannungen in noch stärkerer Ausführung und besserer Verlegung wären zu begrüßen, insbesondere bei alleinstehenden Stirnwänden, denen die Unterstützungen durch die seitlich geschlossenen Bordwände fehlen.

Ein ordnungsgemäß beladenes Fahrzeug, an dessen Ladungssicherung absolut nichts auszusetzen ist, stellt

Abb. 74

noch immer einen Seltenheitswert dar. Hier ist die Ladung vorschriftsmäßig bis unmittelbar an die Stirnwand herangeführt und liegt durch Niederzurren als zusammengefasstes Rohrbündel auf dem Fahrzeug (Abb. 74). Die Verbindungsketten zwischen den in ihrer Höhe verstellbaren Rungen sind gespannt.

Rutschhemmende Zwischenlagen befinden sich auf den Ladeschemeln und zwischen den einzelnen Rohrlagen.

Nicht so glücklich dürfte der Fahrer dieses Sattelzuges (Abb. 75) eine Kontrolle überstehen.

Abb. 75

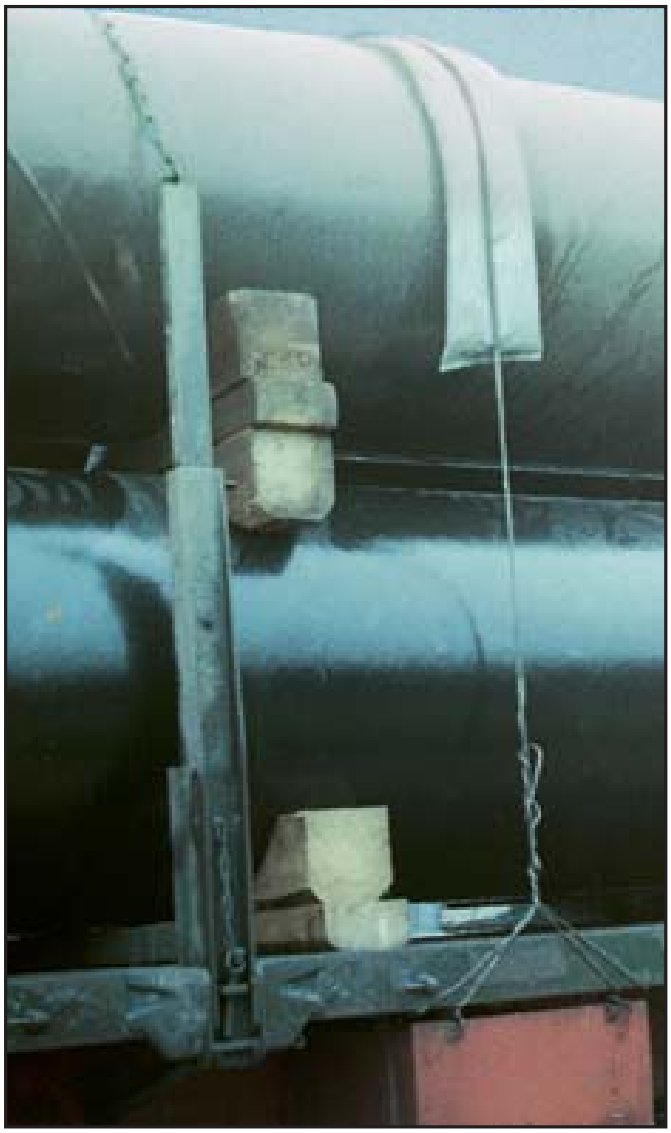


Abb. 76

Obwohl sich auf der linken Fahrzeugseite diverse fest montierte Seil-Spannwinden befanden, war die gesamte Rohrladung lediglich durch eine Rödeldrahtverzurrung „niedergespannt“ (Abb. 76).

Die hier geschlossenen Rungenspannketten üben auf die Ladung keine Druckkraft aus, um sie am Verrutschen nach vorne zu hindern. Rungen- und Bordwandspannketten sind lediglich zum Verbinden und Entlasten gegenüberliegender Aufbauteile gedacht, jedoch als Hilfsmittel zum Niederzurren der Ladung ungeeignet.

Warum wurde nicht mit den vorhandenen Seilen niedergezurrt? Man wollte wohl vermeiden, die auf den Rohren aufgetragene Schutzschicht zu beschädigen. An der Beladestelle war nur noch ein Schutzpolster vorhanden, welches unter die „Rödeldrahtverspannung“ gelegt worden war.

Selbstverständlich ist Langmaterial nicht nur gegen Verrutschen in Fahrzeuglängs-, sondern auch in Querrichtung gegen Bewegung und Herabfallen zu sichern.

Unfallgeschehen und Schlussfolgerungen

Langmaterial

Beim Durchfahren einer Rechtskurve verlor dieser Sattelzug den Großteil seiner Ladung (Abb. 77). Die relativ leichten Rohre lagen unten in doppelter Lage (Sattellage) auf der Ladefläche, darauf waren schwere Bündel aus Stabstahl platziert (Verstoß gegen Grundregel Nr. 2 aus Kapitel „Grundregeln der Ladungssicherung für den Fahrbetrieb“, Seite 33). Die gesamte Ladung war nur mit einem 50 mm breiten Zurrgurt verspannt. Auf der linken Seite war lediglich eine Runge als Ladeflächenbegrenzung eingesteckt. Eine Rungenspannkette zur Verbindung mit der gegenüberliegenden Runge gab es nicht. Als der einzige Zurrgurt während der Kurvenfahrt brach, wurde die Einzelrunge abgeknickt. Eine derart durchgeführte Ladungssicherung ist unsachgemäß, der Unfall beweist es eindrucksvoll.

Abb. 77

Abb. 78

Spezielle Fahrzeuge für den Langholztransport (Abb. 78), bei denen allein die Stämme auf den mit Zahnleisten versehenen Ladeschemeln die Verbindung zwischen Zugfahrzeug und Nachläufer herstellen, besitzen keine Stirnwand. Darum fordern die „BG-Regeln „Transport von Langholz“ (BGR 185), dass die Rückwand des Führerhauses so bemessen und beschaffen oder durch eine Prallwand oder Schutzgitter (Abb. 79) so geschützt ist, dass die Führerhausinsassen, insbesondere beim starken Abbremsen des Fahrzeuges, nicht gefährdet werden können.

Abb. 79

Dieses Fahrzeug (Abb. 80) war nicht mit einer derartigen Einrichtung ausgerüstet. Beim Bremsen vor einer Ampelanlage rutschte die Langholzladung nach vorne und zertrümmerte das Führerhaus (Abb. 81). Der Fahrer wurde schwer verletzt, der Beifahrer getötet. Die Hauptunfallursache war auf eine mangelnde Ladungssicherung zurückzuführen, die nicht den Forderungen der BG-Regeln „Transport von Langholz“ entsprach. Hier wirkte als wesentlicher Faktor mit, dass die Stämme vereist und zum Teil mit Schnee bedeckt waren, wodurch die Reibungszahl zwischen den Stämmen extrem niedrig wurde.

Darum: In jedem Fall alle Stämme mit geeigneten Zurrmitteln in ausreichender Anzahl durch Umschlingen (Bündeln)

Abb. 80

oder Niederzurren mit der unteren Stammlage zu einer Einheit zusammenfassen. Hierdurch soll insbesondere beim Bremsen ein Verrutschen von Stämmen in Fahrtrichtung verhindert werden, weil die Zähne der Drehschemel-Zahnleisten in die untere Stammlage eindringen und damit das gesamte zusammengeschnürte Stammpaket halten.

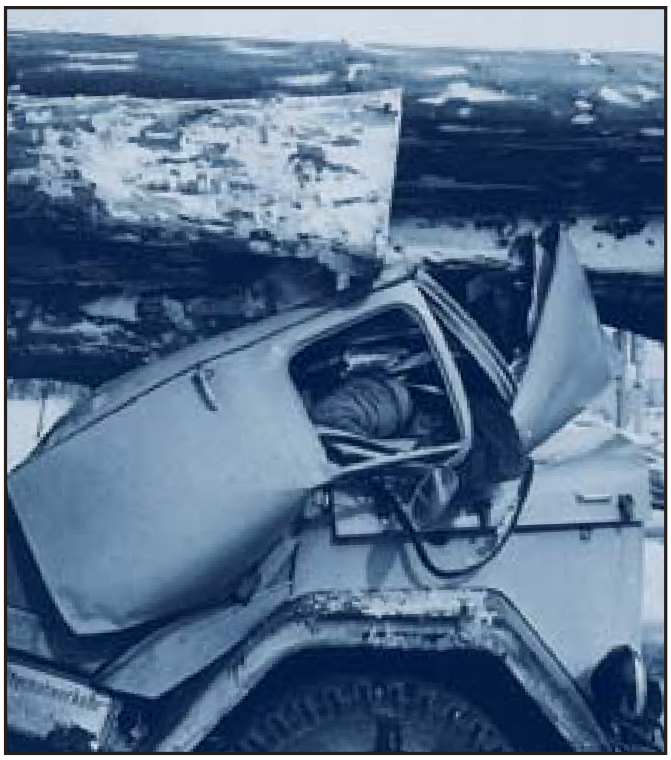


Abb. 81

Beispiele richtiger Ladungssicherung von Langmaterial siehe unter Abschnitt 3.1 „Langgut“ (VDI 2700) sowie speziell zu Langholz in den BG-Regeln „Transport von Langholz“ (BGR 185).

Beim Anblick dieser Ladung (Abb. 82) beschleicht nicht nur denjenigen, der etwas von Ladungssicherung versteht, ein ungutes Gefühl.

Abb. 82

Ladegüter, die wegen ihres Gewichtes zur Ausschöpfung der Fahrzeugnutzlast über die gesamte Ladeflächenbreite hoch aufgeschichtet werden, sichert man allgemein nur durch Niederzurren (kraftschlüssige Sicherung). In den meisten Fällen reicht dabei die Anzahl der eingesetzten Zurrmittel nicht aus.

Abb. 83

Mit ihnen lässt sich nicht die Vorspannkraft aufbringen, die zum Herabpressen der Ladung auf die Ladefläche erforderlich wäre, um sie am Verrutschen oder an seitlicher Verlagerung zu hindern.

Hier (Abb. 83) ist es passiert!
Beim Durchfahren des letzten Kurvenabschnitts einer Autobahnausfahrt mit Einfädelung in Geradeausfahrt verrutschte die Holzladung, durchschlug die Seitenbordwand und stürzte auf die Fahrbahn. (Der am Unfall beteiligte Sattelzug hat bereits seine „Abwurfposition“ geändert und steht zur erneuten Beladung bereit.)

In Abb. 84 war der gesamte Holzstapel, bestehend aus sechs Einzelbündeln, lediglich durch zwei Zurrgurte niedergezurrt. Nicht nachvollziehbar ist, ob sich das untere rechte Bündel durch eine Bremsung oder allein durch Erschütterungen im Fahrbetrieb versetzte und dadurch vom Kantholz herabfiel, das zwischen Ladefläche und Bündel lag. Jedenfalls schwenkte damit die Gesamtladung nach rechts über die seitliche Ladeflächenbegrenzung hinaus und das Fahrzeug drohte umzustürzen. (Ob der Fahrer die Abstützbalken bereits zur

Abb. 84

Sicherheit mitführte oder aus dem nächsten Hopfenfeld besorgte, ist nicht bekannt.)
Die Niederzurrung war nicht ausreichend, da es ansonsten nicht zu diesem Beinaheunfall gekommen wäre.

Aber nicht nur die mangelnde Niederzurrung, sondern gravierende Fehler bei der Beladung können unangenehme Folgen haben. Man fragt sich, warum bei Errichtung eines Gesamtstapels zwischen einzelnen Ladeeinheiten (Bündeln) seitliche Abstände gelassen werden (Abb. 85). Rutschen die geladenen unteren Bunde während der Fahrt nur um ein geringes Maß zusammen, ist die gesamte Niederzurrung hinfällig, da sich damit die Gurte lockern. Beim Transport derartiger Stapel könnte sich ein geringer Mehraufwand bezüglich der Ladungssicherung in jeder Beziehung lohnen.

Abb. 85

Hochgestapelte Ladegüter

So könnten z. B. vor dem Beladevorgang ein oder mehrere einteilige Zurrgurte quer über die Ladefläche gelegt werden. Darüber werden die Einzelbunde dicht an dicht nebeneinander gestapelt. Am Ende der Beladung wird mit diesen Zurrgurten zunächst der Gesamtstapel umreift und mittels Spannelement (Ratsche) so zusammengepresst, dass sich eine Ladeeinheit ergibt. Diese Gesamteinheit, die in sich schon eine viel höhere Stabilität und Standsicherheit aufweist als lose übereinanderliegende Bündel, wird dann mit zweiteiligen Zurrmitteln in ausreichender Anzahl auf das Fahrzeug niedergezurrt. Bei kurzen Einzelstapeln ist weiterhin zu empfehlen, die im vorderen und hinteren Bereich der Ladefläche platzierten Stapel durch eine diagonale Überkreuzverzurrung, wie hier mittels Drahtseilen durchgeführt (Abb. 86), zu verspannen.

Damit werden sowohl die vorderen als auch die hinteren Stapel gegen Kippen in bzw. entgegen Fahrtrichtung gesichert. Weiterhin wird der Gesamtladung durch horizontales Zusammenpressen ein besserer Halt gegeben.

Abb. 86

Die beiden Einzelstapel der geladenen Baustahlmatten waren mit je zwei Zurrgurten mit Ratschen niedergezurrt (Abb. 87). Die Anwendung derartiger Zurrmittel war ein Fehler!

Als das Fahrzeug eine hochgelegene Brücke bei schlechter Witterung mit starken Windböen befuhr, wurde der vordere Stapel allein durch die Windeinwirkung so auf die rechte Fahrzeugseite

Abb. 87

gedrückt, dass ein Umsturz drohte (Abb. 88). Das hätte bei ordnungsgemäßer Niederzurrung nicht passieren können. Zurrgurte mit Ratschen eignen sich nicht zum Niederzurren von hoch aufgeschichteten Baustahlmatten und ähnlichen Ladegütern, die sich über einen längeren Weg zusammendrücken lassen. Wird der in die Ratsche eingefädelte Gurt zunächst von Hand

Abb. 88

stramm gezogen und dann mit dem Spannvorgang begonnen, wird man merken, dass bei drei Gurtwindungen auf der Ratschenwelle, denn mehr sollten es nicht sein (siehe Abschnitt „Zurrgurte“, Seite 189), noch keine ausreichende Vorspannung im Zurrgurt vorliegt.

Der Spannweg einer Ratsche ist für ein derart komprimierbares Ladegut einfach zu kurz. Würde man die Ratsche jetzt wieder lösen, um erneut nachzuspannen, federt der Stapel in seine Ausgangslage zurück und das gleiche Spiel würde von vorne beginnen. Aus diesem Grund sind Fahrzeuge, die überwiegend Baustahlmatten transportieren, mit Zurrwinden, die einen weitaus längeren Spannweg aufnehmen, ausgerüstet – ob nun in Verbindung mit Gurt oder Drahtseil.

Weitere Ausführungen zur Ladungssicherung der angesprochenen Ladegüter siehe VDI 2700 unter verschiedenen Abschnitten, z. B. unter 3.1 „Langgut“, 3.2 „Flächiges Gut“ und 3.5 „Sammelpackungen und Ladeeinheiten“.

Unfallgeschehen und Schlussfolgerungen

Getränkekisten und -behälter

Wer hat das nicht schon einmal erlebt: Im dichten Stadtverkehr fährt vor einem ein Lkw im Schneckentempo durch eine Kurve. Ob der Fahrer seine Ladestelle sucht? Weit gefehlt, denn in der folgenden Geraden gibt er wieder Gas. Bei der nächsten Vorbeifahrmöglichkeit an diesem Lkw stellt man fest, warum er so durch die Kurve schlich. Er ist mit Stapeln von Getränkekisten beladen. Auch Behälter und Fässer mit Limonade und Bier sind zu sehen. Seitliche Sicherung gegen Herabfallen der Ladung? Fehlanzeige! Die dafür vorgesehenen Ketten oder Seile, die eingehakt ein eventuelles Herabfallen der Ladung verhindern könnten, hängen ungenutzt schlaff herunter. Dafür entdeckt man, hinter dem Führerhaus verstaut, Besen und Schaufel, die ein sicherheitsbewusster Getränkefahrer für den Fall eines Falles immer mit sich führt. Welcher Fall damit gemeint ist? Der Blick in die Zeitung genügt.

der Lastzug eines 25jährigen Mannes aus Schöneberg aufgefahren. An beiden Fahrzeugen entstand schwerer Schaden.

100 Coca-Kästen flogen auf Autobahn

100 Kästen Coca Cola flogengestern in einer Kurve der Autobahnbaustelle auf dem Abzweig Zehlendorf von einem Lastwagen. Erst nach einer Stunde hatte die Feuerwehr die klebrige Flüssigkeit und unzählige Glassplitter von der Straße beseitigt. In Fahrtrichtung Schöneberg kam es zu erheblichen Verkehrsbehinde-

Stau: Lastzug verlor Limonade

Kilometerlanger Stau gestern früh nach einem Verkehrsunfall im Autobahn-Tunnel am Innsbrucker Platz in Schöneberg. Dort hatte der Sattelzug des 26jährigen Jürgen C. bei hohem Tempo zwei Paletten mit Limonade verloren. Zwei Motorradfahrer und ein Autofahrer zerschnitten sich die Reifen ... mit Scherben

Gleich zwei Getränkewagen verloren Ladung

Das passiert immer wieder: Getränkewagen verlieren ihre Ladung. Gestern vormittag ereilte gleich zwei Lkw's mit der feuchten Fracht selbiges Schicksal: Auf der Bahnhofstraße traf es einen Transporter aus Haan — er gab in einer Linkskurve gleich 30 Kästen Gerstensaft an die Fahrbahn ab (unser Foto). Nur knapp 40 Minuten später passierte Ähnliches wenige hundert Meter entfernt auf der Brauereiwerther Brücke. Dort war e... sich nicht beid... Auto... ...Essen, der

Das Bier lag auf der Straße

Bier auf der Stadtautobahn

Eine Stunde mußte gestern morgen die Stadtautobahn in Höhe des Abzweigs Reinickendorf gesperrt werden. 41 Bier- und Brausekisten waren samt ihrem schäumenden Inhalt in einer Kurve vom Lastwagen des 28jährigen Abdullah G. aus Kreuzberg auf die Fahrbahn gestürzt und hatten die Auto...

Wuppertal

Sonderschichten beim Bier

Wuppertal (mik). Hitze. ze. Hitze: Im Wuppert. Lokalteil dazu heute ein a. führlicher Report. Die Wasse werke sind optimistisch. Braue

Zum Glück war es alles nur Leergut ...

Bierkasten-Sturz: 10 Verletzte

148 Kisten Bier und ein Faß stürzten am Samstag mittag vom Lastwagen eines Wuppertaler Bierverlages auf Fahrbahn und Fußgängerinsel am Steinweg in Barmen: Zehn Fußgänger wurden von der rollenden Ladung erfaßt und mußten in ein Krankenhaus gebracht werden. Während bei neun der zwischen neun und 30 Jahre alten Fußgänger nur leichte Verletzungen festgestellt wurden, erlitt eine 20jährige schwere Verletzungen.

Zu dem Unfall war es gekommen, als der Lastwagenfahrer vermutlich mit zu hoher Geschwindigkeit — so die Polizei — vom Steinweg in die Bleicherstraße einbiegen wollte. Dabei verrutschte die Ladung, durchbrach die Planen und der Inhalt der Flaschen strömte auf die Straße, und nicht, wie ursprünglich vorgesehen, in durstige Kehlen.

SCHERBEN-SALAT

Ein Getränkelieferwagen wendete rasch auf einer Ausfallstraße und überquerte dabei die Gleise der Straßenbahn

An den meisten solcher Unfälle sind Verteilerfahrzeuge beteiligt, im Volksmund unter der Bezeichnung „Wasserwerfer“ bekannt (Abb. 89). Selbst bei Fahrzeugen, die mit einer zur Längsmittellinie beidseitig nach innen abfallenden Ladefläche ausgerüstet sind, damit die gestapelten Getränkekisten nach innen geneigt stehen, gewährleisten nicht, dass bei Kurvenfahrt die Stapel gegen Kippen und Herabfallen gesichert sind. Auch dann nicht, wenn die waagerecht einzuhängenden Sicherungsketten gespannt sind. Das wurde bereits vor Jahren im Auftrag eines großen Getränkeherstellers durch eine namhafte Kfz-Sachverständigenorganisation in Fahrversuchen festgestellt (Abb. 90).

Abb. 89

Trotzdem befinden sich derartige Fahrzeuge, ob nun mit nach innen geneigten oder gar ebenen Ladeflächen, im täglichen Einsatz. Obwohl das Unfallgeschehen durch verlorengegangene Getränke ein Unfallschwerpunkt ist, sagt über die Sicherung dieser Güter nicht einmal die VDI 2700 etwas aus.
Da die Betroffenen dieser Unfälle fast ausschließlich Teilnehmer des öffentlichen Straßenverkehrs sind, ist eigentlich der Gesetzgeber aufgerufen, durch konkrete Anforderungen an die Transportfahrzeuge diesem Übel ein Ende zu setzen.

Fahrzeuge mit speziellen Aufbauten, die einen sicheren Transport ermöglichen, werden seit geraumer Zeit angeboten, allerdings zu entsprechenden Mehrkosten, die sich aber im Endeffekt für den Betreiber lohnen. Manchmal genügen schon die einfachsten Hilfsmittel, um auch herkömmliche Fahrzeuge sicherer weiterbetreiben zu können.

Abb. 90

Abb. 91 zeigt ein solches einfaches aber probates Hilfsmittel: Durch Aufstecken einer Kralle werden vier Getränkekisten miteinander verbunden. Bei Verwendung mehrerer Krallen können somit viele Einzelstapel zu einer Einheit verbunden werden. Es dürfte auch ohne Berechnung einleuchten, dass das Standmoment einer derartig zusammengefassten Einheit weitaus größer ist und damit die Kippgefahr entsprechend geringer wird, als bei einem Stapel mit der Standfläche einer Einzelkiste.

Abb. 91

Abb. 92 zeigt einen Getränke-Lkw mit Anhänger. Die im Fahrbetrieb geschlossenen Seitenwände verhindern ein Herabfallen von Ladungsteilen.

Abb. 92

Gutes Beispiel eines Lkw für Getränkeauslieferung (Abb. 93). Die Seitenplanen mit eingeschweißten breiten Federstahlbändern sollen eine vollständige Ladungssicherung gewährleisten. Die Planen werden nur bei Be- und Entladearbeiten im Depot geöffnet und bleiben während der gesamten Verteilerfahrt geschlossen. Auszuliefernde Gut wird über eine in die Ladefläche integrierte Hebebühne auf Fahrbahnebene abgesenkt, Leergut auf gleichem Weg zurück befördert. Kleinlieferungen können über die Hecktreppe transportiert werden.

Abb. 93

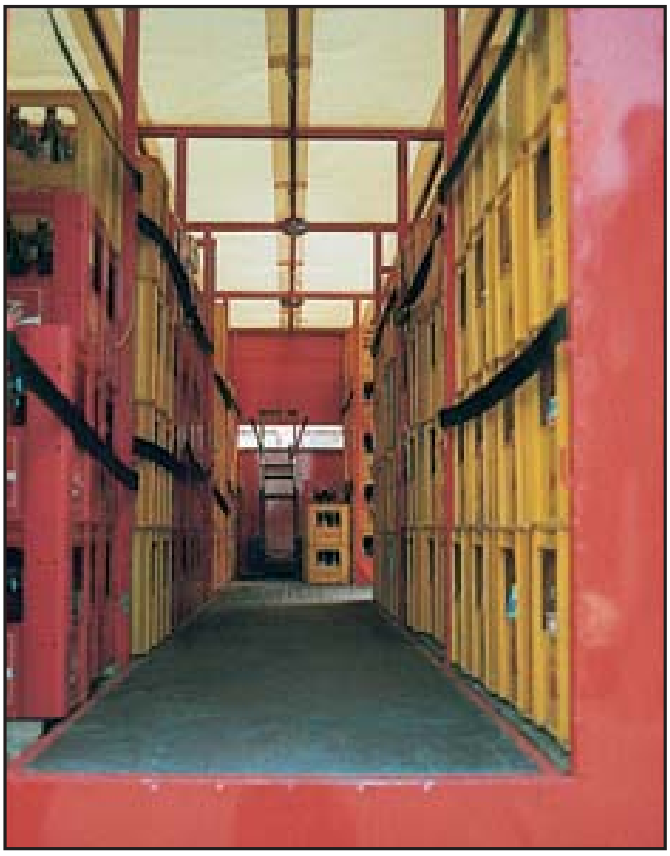


Abb. 94

Abb. 94 zeigt die Innenansicht des Laderaumes des Lkw aus Abb. 93. Die Abteilungen der einzelnen Kistenstapel lassen sich durch einhängbare Gurte sichern. Für das Bedienpersonal bringt der Umgang mit dieser Aufbauart weitere Vorteile, wie z.B. Erhöhung der Verkehrs- und Arbeitssicherheit sowie ergonomische Erleichterungen. Näher soll auf diese Vorteile hier nicht eingegangen werden.

Wenn vom Transport von Schüttgütern gesprochen wird, glaubt man zunächst, dass bei diesem „simplen“ Ladegut keine Maßnahmen zur Ladungssicherung erforderlich sind. Doch dann fallen uns schnell die „Kiesbomber“ ein.
Wer hat nicht schon das prasselnde Geräusch auf der Windschutzscheibe seines Fahrzeugs mit Ärger und Argwohn vernommen, wenn er hinter einem mit Sand oder Kies beladenen Lkw herfahren musste? Typisch sind auch die in scharfen Kurven liegenden „Abwürfe“ solcher Fahrzeuge, die schon manchem Verkehrsteilnehmer, insbesondere motorisierten Zweiradfahrern, zum Verhängnis wurden.

Stau auf Autobahn

Fast zwei Stunden wurde gestern morgen am Heckerdamm (Charlottenburg) die linke Fahrbahn der Stadtautobahn in Fahrtrichtung Süden gesperrt. Von der Ladefläche eines Lastwagens waren bei einer Notbremsung zwei Kubikmeter Sand auf die Straße gerutscht. Es kam zu erheblichen Verkehrsbehinderungen im Berufsverkehr. Zeitweise reichte der Fahrzeugstau bis zur Scharnweberstraße.

Unter den Sammelbegriff „Schüttgut“ fallen lose Güter in schüttbarer Form mit regelmäßiger Korngröße, z. B. Sand, Kies, Schotter, Erde, Stückkalk, Zementklinker, Getreide, Mischgut aus Bitumen sowie Güter mit unregelmäßiger Korngröße, z. B. Erze, gebrochene Steine, Bauschutt und Schrott.

Die üblichen Transportfahrzeuge sind Kippfahrzeuge mit Kasten- oder Muldenaufbau, vielfach werden heute auch austauschbare Ladungsträger, wie Absetzkippmulden oder Abroll-/Abgleitbehälter (-container) eingesetzt.

Hinsichtlich der Ladungssicherung von Schüttgütern soll hier nur auf die Hauptgefahr, die von dem Ladegut ausgehen kann, näher eingegangen werden, nämlich das Herabfallen von Ladungsteilen. Dieses ist meistens Folge zu hoher Schüttkegel, die bei der Beladung entstanden sind. Bei feinkörnigen Schüttgütern, zwischen deren einzelnen Teilchen keine große Reibung herrscht (trockener Sand, Kies, Splitt oder Getreide), sollte nur so viel Material aufgeladen werden, dass nach dem Einplanieren des Schüttkegels kein Schüttgut über die Laderaumbegrenzungen herabfällt. Da die völlige Begradigung der Ladungsoberfläche in den meisten Fällen zu aufwendig sein

Abb. 95

Abb. 96

dürfte, sollte zumindest nach Beendigung des Ladevorganges (Abb. 95) mit dem Lastaufnahmemittel des Ladegerätes (Kran, Bagger, Raupe, Radlader) so auf den Schüttkegel gedrückt (Abb. 96) oder über diesen hin- und hergeschwenkt werden, dass dieser so weit wie möglich abgeflacht wird.

Abb. 97

Viele speziell für den Schüttguttransport eingesetzte Fahrzeuge verfügen über fest zum Fahrzeug gehörige Abdeckvorrichtungen (Abb. 97) für die Ladung (Schiebeverdecke, Rollplanen). Es wäre wünschenswert, wenn solche Abdeckungen nach Beladung bestimmungsgemäß geschlossen werden.

Zusätzliche Ladungsteile so auf geladenes Schüttgut zu setzen, dass sie weit über die Laderaumbegrenzungen hinausragen, wie hier die völlig ungesicherten Gehwegplatten (Abb. 98), ist unzulässig.

Weitere Regeln zur Ladungssicherung von Schüttgut siehe VDI 2700 unter Abschnitt 3.9 „Schüttgüter“. Es sei hier nochmals ausdrücklich auf § 22 (1) StVO verwiesen, insbesondere auf Absatz II der Verwaltungsvorschrift (siehe Seite 20).

Abb. 98

Unter den Begriff „austauschbare Ladungsträger“ fallen Wechselbehälter, ISO- und Binnencontainer, Absetz- und Abrollbehälter. Diese Ladungsträger allein gelten schon nach dem Straßenverkehrsrecht (§ 42 Abs. 3 StVZO) als Ladung und müssen auf dem Trägerfahrzeug durch besondere Einrichtungen gehalten werden (siehe hierzu auch DIN EN 284, DIN 30 722 Teil 1 bis 4 und DIN 30 723). Diese Forderung wird, insbesondere beim Betrieb von Absetz- und Abrollkipperfahrzeugen, nicht immer

Abb. 99

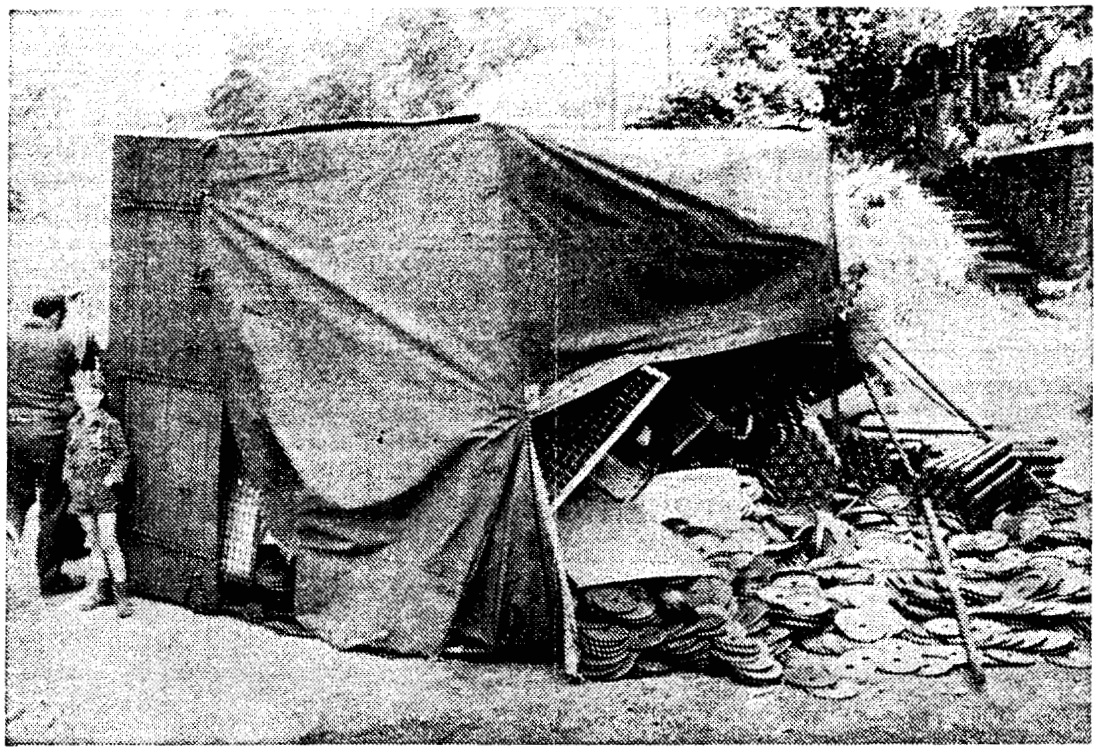
eingehalten. Ob dieser Abrollbehälter (Abb. 99) auf dem Anhänger nach den anerkannten Regeln der Technik gesichert ist, dürfte bezweifelt werden. Das gleiche gilt für den Container, der an seinen vier Eckpunkten lediglich durch „Wäscheleinen“ mit dem Trägerfahrzeug „verzurrt“ wurde (Abb. 100).

Abb. 100

Auszug aus einem Unfallbericht: Ein Lkw-Absetzkipper und sein Anhänger waren mit je einem Absetzbehälter beladen. In einer langgezogenen Kurve der Bundesstraße B 19 schaukelte sich der Anhänger auf und die mit sieben Tonnen Schrott beladene Mulde stürzte vom Fahrzeug, prallte gegen die Leitplanke und schlitterte auf die Gegenfahrbahn. Für einen entgegenkommenden Pkw-Fahrer war ein Ausweichen unmöglich. Beim Aufprall auf die Absetzmulde verstarb er am Unfallort im völlig zertrümmerten Pkw. Unfallursache: Mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit war die Absetzmulde auf dem Anhänger nicht ausreichend gesichert.

Alle austauschbaren Ladungsträger sind durch Einrichtungen form- und/oder kraftschlüssig mit dem Trägerfahrzeug zu verbinden. Diese Einrichtungen müssen den möglichen Beanspruchungen im Fahrbetrieb standhalten und dafür sorgen, dass beim verkehrsüblichen Betrieb ein Verschieben oder Herabfallen (und Lärmen) der Ladungsträger nicht zu erwarten ist.

Lastwagen verlor Ladefläche — Aufbauten ungesichert



Nicht verriegelt mit dem Fahrrahmen waren die Aufbauten eines Lastwagens, der am Samstag mittag die Linkskurve der Ronsdorfer Straße in der Nähe des Böhler Hofs passierte. Prompt krachten Ladefläche und sechzehn Tonnen Eisenteile auf den Fahrbahnrand. Die Polizei sicherte die Unfallstelle. Der Schaden wird auf rund 4000 Mark geschätzt. Weil Mängel am Fahrzeug nicht auszuschließen waren, wird jetzt ein Sachverständiger den Unfall-Lastwagen untersuchen.

Insbesondere bei Absetzkipperfahrzeugen reichen die nur wenige Zentimeter hohen Begrenzungskanten als Sicherung allein nicht aus. Wer weiß schon genau beim Abholen einer gefüllten Mulde, in die z. B. auf einer Baustelle die unterschiedlichsten („inhomogenen“) Abfälle hineingeworfen wurden (evtl. unten leichtes Gut, wie Pappe und Bretter, obenauf schweres Gut, wie Beton- und Steinabfälle), wo deren Schwerpunkt liegt? Liegt er sehr hoch, könnten die Begrenzungskanten bzw. Anschläge auf dem Trägerfahrzeug ein eventuelles Kippen der Mulde bei Kurvenfahrt nicht verhindern. Darum sollte immer für eine zusätzliche Niederspannung der Mulde gesorgt werden. Die übliche Niederspannung (Y-Methode), ob nun durch Gurte, Ketten oder Seile, ist verbesserungsbedürftig in Abb. 101. Die zwischen den Anschlagzapfen der Mulde gespannte Rundschlinge ist zu kurz und bildet am Punkt der Niederzurrung einen viel zu großen Winkel.

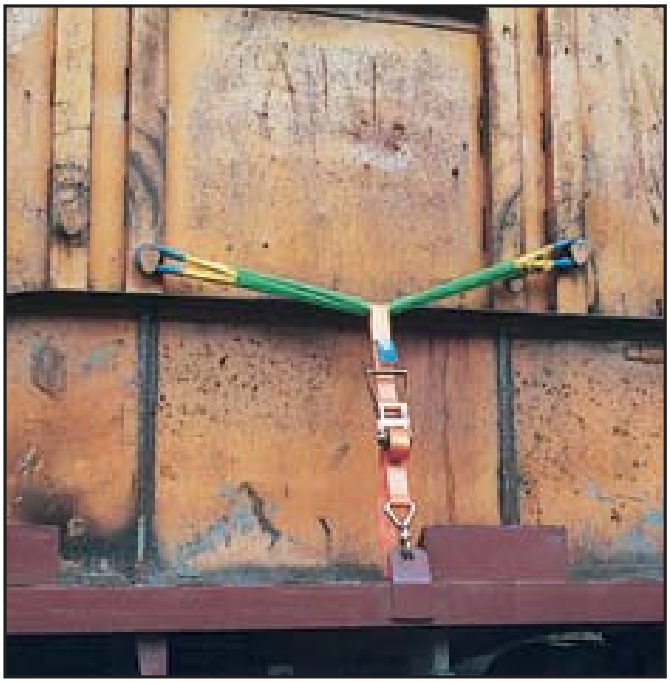


Abb. 101

Je größer dieser Winkel ausfällt (bei straff gespannter Verbindung = 180°), desto höher wird diese Verbindung beim Niederzurren bereits „auf Bruch“ beansprucht. Ohne viel Aufwand lässt sich diese Schwachstelle vermeiden. Abb. 102 zeigt sowohl eine gute Sicherung der Mulden auf den Trägerfahrzeugen als auch eine gute Abdeckung der Mulden gegen wegfliegendes Ladegut. Noch wirkungsvoller erweist sich zum Niederzurren statt der Y-Methode die überkreuzweise Verspannung von den Aufnahmezapfen zum Trägerfahrzeug, wobei dann auf jeder Seite jeweils zwei Zurrmittel mit Spannvorrichtungen einzusetzen sind.

Die Sicherung der eigentlichen Ladung in den austauschbaren Ladungsträgern hat nach den Regeln der Technik, insbesondere nach VDI 2700, zu erfolgen. Besteht bei Kipp- und Absetzmulden die Gefahr, dass beim Transport bestimmte Güter durch den Fahrtwind oder durch sonstige Einflüsse Teile der Ladung herabfallen können, sollten vorzugsweise

Abb. 102

mit Deckeln oder Planen verschließbare Behälter (Abb. 103) eingesetzt werden. Manchmal genügt auch eine Abdeckung durch Netze. Hier (Abb. 104) ist in jedem

Abb. 103

Abb. 104

Fall eine zusätzliche Sicherung der zu hoch beladenen Mulde erforderlich, besser noch wäre es, eine Teilentladung vor Fahrtantritt vorzunehmen.

Werden Güter in Behältern verladen, für deren Transport diese Behälter eigentlich nicht bestimmt sind (Abb. 105), müssen z. T. aufwendige Sicherungsmaßnahmen gegen Verrutschen der Ladung durchgeführt werden. Das alleinige Abstützen mit der Ladeschaufel am oberen Behälterrand reicht nicht aus. Da sich in den Stahlbehältern üblicherweise keine Zurrpunkte befinden und auch keine Vernagelung von Sicherungshölzern möglich ist, bleibt eigentlich bei dieser nicht bestimmungsgemäßen Verwendung nur die Möglichkeit, bestehende Freiräume zwischen Ladegut und Behälterwandungen so auszufüllen, dass eine Bewegung der Ladung zu keiner Seite möglich ist.

Abb. 105

✻ Übrigens: Lärm durch Behälter

In der Grundsatzforderung bezüglich der Ladungssicherung heißt es in § 22 (1) StVO unter anderem: „Die Ladung ... und sonstige Ladeeinrichtungen sind ... gegen ... vermeidbares Lärmen besonders zu sichern“.

Gerade beim Transport von austauschbaren Mulden und Behältern scheint vielen diese Forderung nicht bekannt zu sein. Oder wird sie einfach ignoriert? Besonders die Annäherung von Fahrzeugen mit leeren Ladungsträgern kann vielfach schon aus weiter Entfernung wahrgenommen werden. Wer hat nicht schon in den frühesten Morgenstunden „aufrecht im Bett gestanden“, von dem Lärm herumhüpfender und klappernder Behälter aus tiefstem Schlaf gerissen? Ob sich die fleißigen Fahrer, die zu dieser Stunde bereits zum ersten Einsatzort fahren, überhaupt ihrer „Weckfahrt“ bewusst sind? Dieser Lärm ist vermeidbar! Durch kräftiges Niederzurren der Behälter oder sonstige Maßnahmen lässt sich der Lärm auf einen erträglichen Pegel herabsetzen.

Weitere Hinweise zur Sicherung von austauschbaren Ladungsträgern siehe unter Abschnitt 3.8. VDI 2700 und in den BG-Regeln „Austauschbare Kipp- und Absetzbehälter“ (BGR 186).

Unfallgeschehen und Schlussfolgerungen

In sich gesicherte Ladeeinheiten

Häufig wird die Frage gestellt, ob in sich gesicherte Ladeeinheiten für den Transport auf Fahrzeugen nochmals zusätzlich zu sichern sind.

Nach der Begriffsdefinition ist unter einer „in sich gesicherten Ladeeinheit“ in der Regel ein Ladungsträger (Holz- oder Flachpalette) zu verstehen, auf dem ein oder mehrere Packstücke gestapelt oder verschachtelt liegen, die mit dem Ladungsträger verbunden sind (Abb. 106). Diese Verbindung wird im Allgemeinen durch Umreifung mit Stahl- oder Kunststoffbändern oder durch Umhüllen mit Schrumpf-, Stretch- oder Wickelfolie hergestellt.

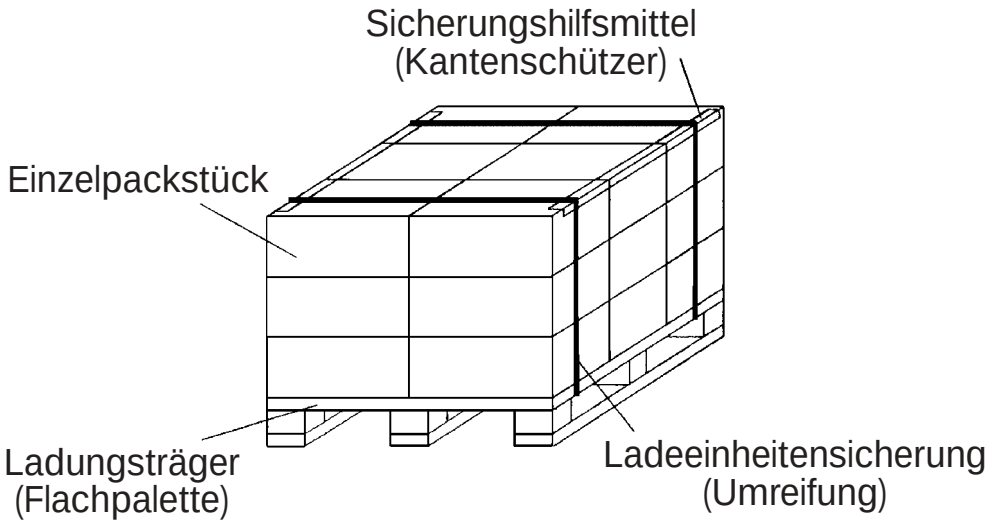


Abb. 106

Die völlig ungesichert auf der Ladefläche stehende Palette (Abb. 107) dürfte eindeutig beweisen, dass die Umreifungen der Ladeeinheit für den Straßentransport nicht ausreichen. An der Bordwand stehend könnten Ladungsteile vom Fahrzeug fallen.

Abb. 107

Unfallgeschehen und Schlussfolgerungen

In sich gesicherte Ladeeinheiten

Im Grunde dienen die gängigen Sicherungen einzelner Ladeeinheiten lediglich dem störungsfreien Ablauf des innerbetrieblichen Materialflusses und der sicheren Lagerung der Produkte im Herstellerwerk, bei Zwischenhändlern und Endverbrauchern. Für die dazwischen liegenden Straßentransporte können diese Ladeeinheitssicherungen in der Regel nicht die Aufgabe der Sicherung der Packstücke übernehmen. Das ist insbesondere dann zu berücksichtigen, wenn einzelne Teile (Packstücke) über die Höhe der Laderaumbegrenzungen hinausragen bzw. derartige Palettenladungen ohne jegliche Laderaumbegrenzungen befördert werden, wie in Abb. 108. Im Zweifelsfall ist immer der Absender (Hersteller) dieser Produkte zu befragen, ob die bestehende Sicherung der Ladeeinheiten auch den Anforderungen für den Fahrbetrieb auf Straßenfahrzeugen genügt, außergewöhnliche Bedingungen eingeschlossen. Andernfalls ist für zusätzliche Ladungssicherung zu sorgen, damit ein Herabfallen einzelner Packstücke während der Fahrt ausgeschlossen ist.

Abb. 108

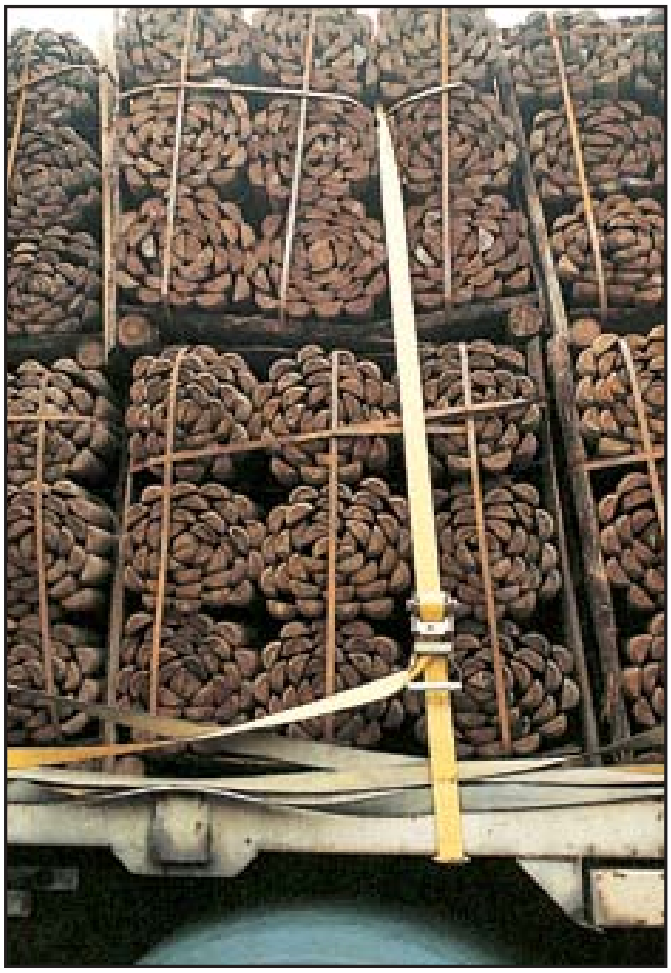


Abb. 109: Übereinander gestapelte „in sich gesicherte Ladeeinheiten“ auf Fahrzeug ohne Bordwände, Ladung durch Niederzurren „gesichert“. Kommentar überflüssig!

Obwohl sich nach diesen Ausführungen mit Blick auf Abb. 110 jede weitere Kommentierung erübrigen dürfte, sei dennoch darauf hingewiesen, dass die über die Bordwandhöhe hinausragenden, lose übereinander liegenden einzelnen Säcke in jedem Fall zusätzlich zu sichern sind.

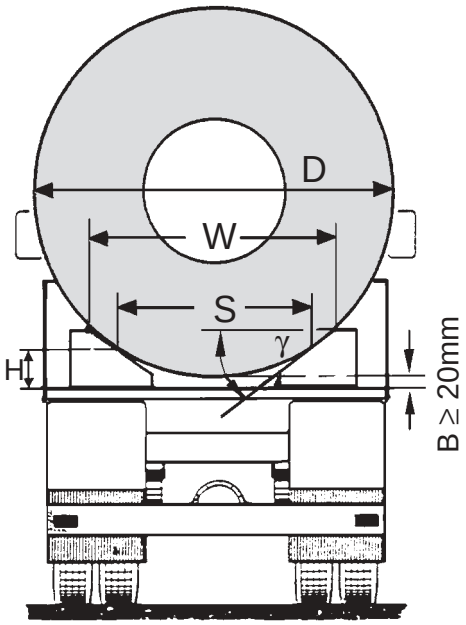
Weitere Ausführungen zu diesem Thema siehe Abschnitt 3.5 VDI 2700 („Sammelpackungen und Ladeeinheiten“).

Abb. 110

Ladung verrutschte – Lastzug stürzte in Kurve um
Bandstahlrollen krachten auf Fahrbahn
Papierrollen versperrten den Weg
Der Eigentümer eines Geschäfts in der Viehhofstraße staunte nicht schlecht: Als er gestern morgen seinen Laden öffnen wollte, lagen vor dem Schaufenster drei große Papierrollen. Ein Lkw hatte sie verloren. Die Feuerwehr räumte auf. Foto: Wolfgang Westerholz
Zum zweitenmal innerhalb weniger Wochen verunglückte an der Einmündung der B 326 in die Hansastraße in Elberfeld ein Lastzug. Unsachgemäß verstaute Ladung und zu hohe Geschwindigkeit drückten den Zug in der Kurve aus der Richtung und legten ihn um. Vier Bandstahlrollen krachten auf die Fahrbahn. Der Gesamtschaden wird auf rund 12 000 Mark geschätzt.
Stahlrollen machten sich selbständig
Voll gesperrt war über eine Stunde die B 54 in Höhe der Nortkirchenstraße, nachdem gegen 10.45 Uhr ein Dortmunder Sattelzug ins SChleudern geraten war. Der Lastzug prallte schließlich gegen die Leitplanken. Dabei fielen die beiden 16 Tonnen schweren Stahlblechrollen herunter. Eine spulte sich auf zehn Meter ab, was der Feuerwehr besondere Mühe bereitete, die Unfallstelle abzuräumen. Der Sachschaden wird auf 150 000 DM geschätzt, der Sattelzug
In der Kurve fiel der Lastzug um
Beim Einbiegen von der Oder Straße in die L 420 in Langerfeld kippte dieser mit 26 Tonnen Papier beladene Lastwagen um. Die Ladung muß sich in der Kurve verschoben haben. Durch ihrer des Sattelschleppers wurde leicht aus gebracht. Die Berufsfeuerwehr mußte, so daß der

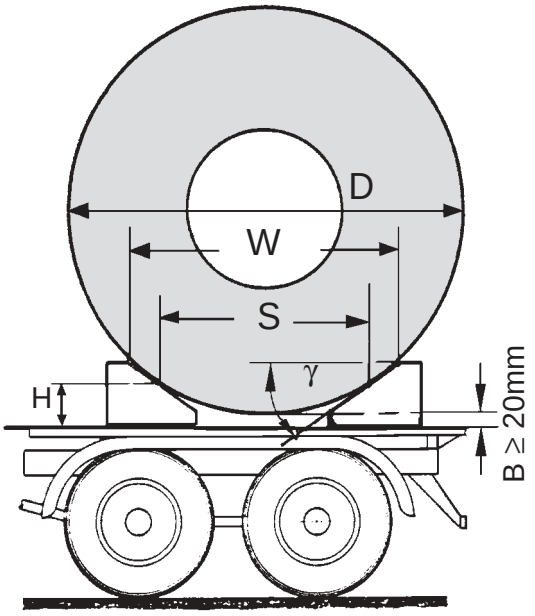
Schon der Ausdruck „Rollenform“ lässt darauf schließen, dass beim Transport dieser Güter die größte Gefahr vom Verrollen und nicht, wie bei den meisten anderen Ladegütern, vom Verrutschen ausgeht. Oben stehende Zeitungsberichte sowie das einschlägige Unfallgeschehen zeigen, dass die Sicherung derartiger Güter zu oft „auf die leichte Schulter“ genommen wird oder das entsprechende Fachwissen fehlt, wie die Ladungssicherung korrekt durchzuführen ist.

Da Güter in Rollenform (Bandstahlringe/Coils, Kabeltrommeln, Betonrohre mit großem Durchmesser und sonstige zylindrische Ladegüter) im Allgemeinen so verladen werden, dass deren Rollrichtung quer zur Fahrtrichtung liegt, besteht die größte Gefahr des Verrollens bei Kurvenfahrt. Die VDI 2700 gibt unter dem Abschnitt „Güter in Rollenform“ präzise Werte vor, wie derartige Güter zu sichern sind. Das gilt sowohl bei Verladung von Gütern mit Rollrichtung quer zur Fahrtrichtung (Abb. 111) als auch mit Rollrichtung in Fahrtrichtung (Abb. 112).



S = Stützweite mind. 0,58 · D
H = Stützhöhe
B = Bodenfreiheit mindestens 20 mm
D = Rollendurchmesser
W = Abstand zwischen den oberen Keilkanten; bei Coilmulden: Muldenbreite > 0,58 · D
γ = Keilwinkel mindestens 35°

Abb. 111: Ladegut mit Rollrichtung quer zur Fahrtrichtung



S = Stützweite mind. 0,63 · D
H = Stützhöhe
B = Bodenfreiheit mindestens 20 mm
D = Rollendurchmesser
W = Abstand zwischen den oberen Keilkanten; bei Coilmulden: Muldenbreite > 0,63 · D
γ = Keilwinkel mindestens 39°

Abb. 112: Ladegut mit Rollrichtung in Fahrtrichtung

Wenn die in Abb. 111 bzw. Abb. 112 angegebenen Maße eingehalten werden, die sich überwiegend aus dem Durchmesser der zu sichernden Rolle ergeben, genügt das entsprechend VDI 2700 bei Coils als alleinige formschlüssige Sicherung.

Beim Durchfahren einer Linkskurve rollte eine ungesichert zwischen Hölzern gelagerte Grobblechrolle (Coil) vom Fahrzeug. Die 15 t schwere Rolle rutschte auf der asphaltierten Fahrbahn in Fahrtrichtung so lange weiter, bis sie sich „festfraß“, überschlug und auf einem Pkw landete (Abb. 113). Dies ist kein Einzelfall. Darum: Coils sollten möglichst nur mit Fahrzeugen transportiert werden, die mit einer entsprechenden Coilmulde ausgestattet sind. Es gibt Coil-Beladestellen, an denen Fahrzeuge abgewiesen werden, die nicht mit einem derartigem Spezialaufbau ausgerüstet sind.

Abb. 113

Zusätzlich sollte die Ladung, um ganz auf „Nummer sicher“ zu gehen, mit dem Aufbau durch geeignete Zurrmittel verspannt werden (Abb. 114).

Abb. 114

Unterschreitet bei schmalen Rollen das Verhältnis Breite : Durchmesser einen bestimmten Wert, besteht Kippgefahr. Zur Aufrechterhaltung der Standsicherheit muss der Wert B:D bei Rollrichtung quer zur Fahrtrichtung mindestens 0,7 (Abb. 115), bei Rollrichtung in Fahrtrichtung mindestens 0,55 (Abb. 116) betragen.

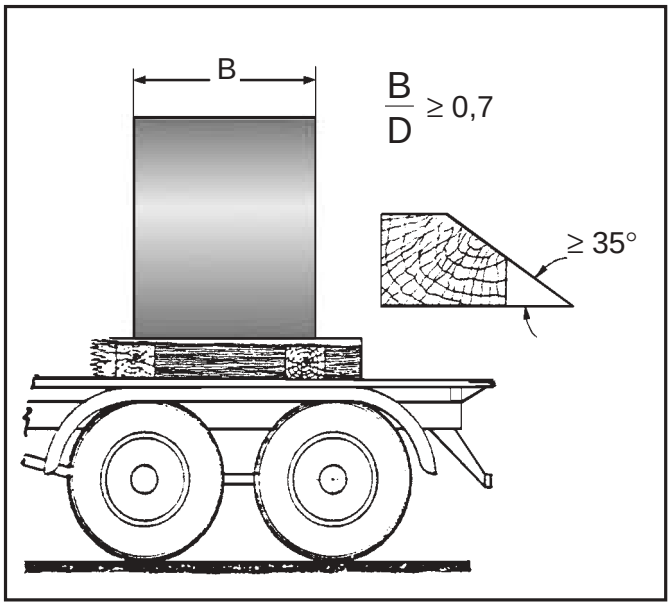


Abb. 115

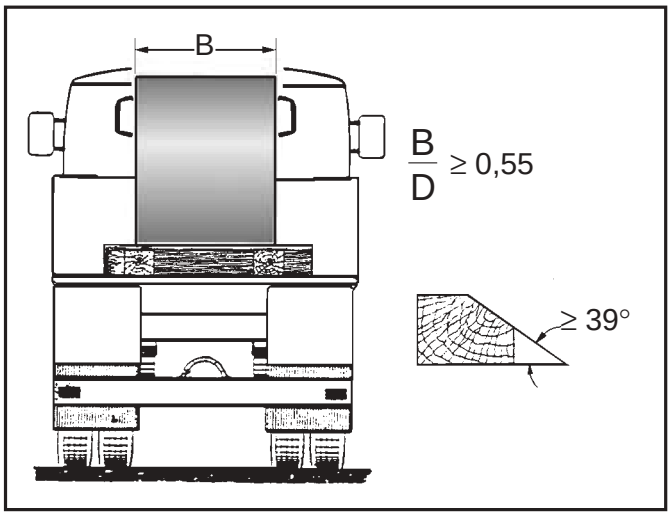


Abb. 116

Wird dieser Mindestwert unterschritten, sind mehrere Rollen zu einer Einheit zusammenzufassen oder sonstige Maßnahmen zu ergreifen, z. B. Abstützung, um ein Kippen auszuschließen. In Abb. 117 sind mehrere schmale Coils

Abb. 117

(Spaltbänder) zu einer Einheit zusammengefasst. Ein besonderes verstellbares Ladegestell verhindert bei diesem Fahrzeugaufbau jegliche Bewegung des Coils in Fahrzeuglängsrichtung, ähnlich

Abb. 118

wie die in die Coilmulden einsteckbaren Rungen (Abb. 118), die sowohl als Sicherung gegen Kippen als auch gegen Verrutschen in Muldenlängsrichtung wirken.

Unfallgeschehen und Schlussfolgerungen

Güter in Rollenform

Beim Überholen eines Radfahrers in einer leichten Linkskurve rollten sechs Kabeltrommeln mit 2 m Durchmesser von einem Fahrzeug, weil sie gegen seitliches Wegrollen lediglich durch 80 x 80 mm starke Kanthölzer „gesichert“ waren (Abb. 119). Eine der Trommeln erschlug den Radfahrer. Nach einer Tabelle in VDI 2700 hätten für diese Kabeltrommeln die Holzunterlagen eine Mindesthöhe von 201 mm haben müssen, wobei die Einhaltung der Bodenfreiheit der Trommel von ca. 20 mm berücksichtigt ist. (Beim Verladen mit Rollrichtung in Fahrtrichtung wäre für eine Trommel von 2 m Durchmesser eine Mindesthöhe der Hölzer von 239 mm erforderlich).

Die genannte Tabelle gibt Maße an, die zur Sicherung von Rollen mit einem Durchmesser von 600 bis 3100 mm (in 100 mm-Abstufung) erforderlich sind, und zwar sowohl mit Rollrichtung

Abb. 119

in Fahrzeugquer- als auch -längsrichtung. Diese Tabelle gilt nicht nur für Kabeltrommeln, sondern für alle ähnlichen Güter in Rollenform. Die Sicherung der geladenen Kabeltrommel in Abb. 120 entspricht den Forderungen der VDI 2700.

Beim Durchfahren einer Rechtskurve gerieten die in Sattellage stehenden schmalen Papierrollen samt einer auf der Ladefläche stehenden Lage ins Kippen (Abb. 121). Dank eines verstärkten Planenaufbaues konnte ein Herabfallen der Rollen verhindert werden. Bei der Beladung wäre zumindest eine Bündelung der schmalen Rollen zu einer Einheit je Lage erforderlich gewesen.

In jüngster Zeit werden wegen eines günstigeren Materialflusses an Be- oder Entladestellen große Papierrollen vermehrt stehend befördert und bei Kontrollen wegen fehlender oder mangeln-

Abb. 120

Abb. 121:

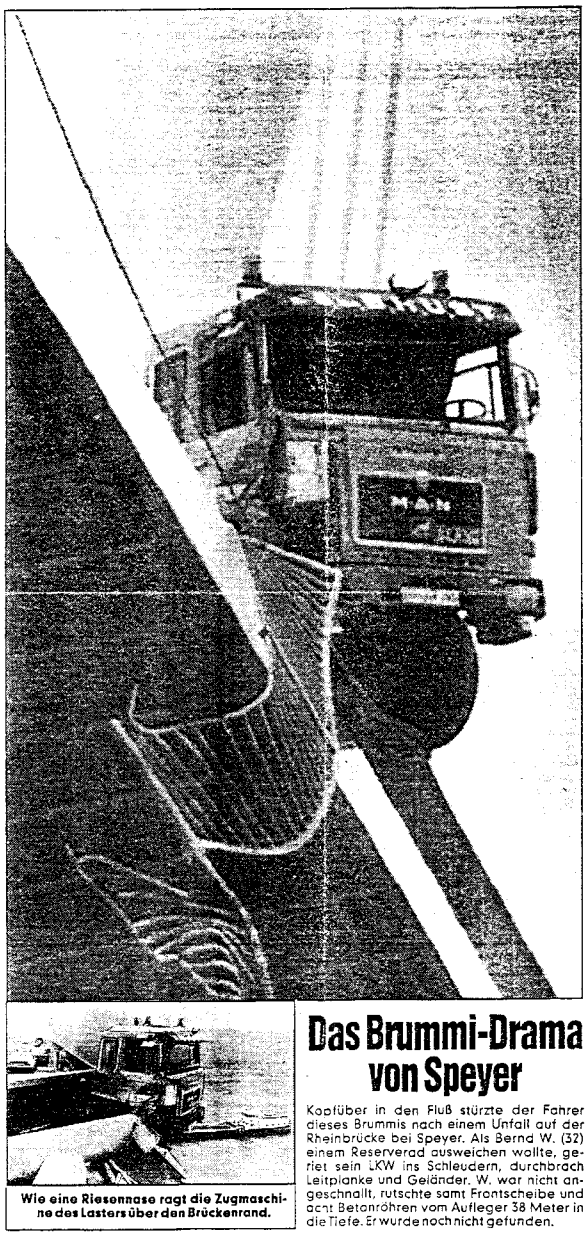
der Ladungssicherung beanstandet. Papierrollen, egal ob stehend, liegend mit Rollrichtung in Fahrzeuglängs- oder -querrichtung, in Sattellage übereinander oder kombiniert geladen, lassen sich hervorragend sichern (Abb. 121a), vorausgesetzt, ein geeigneter Fahrzeugaufbau mit entsprechenden Hilfsmitteln steht zur Verfügung.

Weitere Ausführungen zur Sicherung von Papierrollen siehe VDI 2700, Abschnitt 3.3. „Güter in Rollenform“, insbesondere Abschnitt 3.3.2 „Papierrollen“.

Abb. 121a:

Der Alptraum eines jeden Fahrzeugführers dürfte sein, bei schneller Fahrt, besonders bei Dunkelheit, plötzlich Gegenstände auf der Fahrbahn zu sehen. In der Regel versucht dann jeder auszuweichen oder in die Bremse zu steigen, auch wenn es sich nur um einen zusammengeknüllten leeren Plastikbeutel handelt. Wer weiß denn schon vorher, ob der Gegenstand gefahrlos überfahren werden kann oder nicht? Derartige Situationen haben nicht selten schwere Unfälle zur Folge.

Darum: Mitgeführte Ausrüstungsgegenstände, die nicht zur eigentlichen Ladung gehören, sind selbstverständlich ebenfalls gegen Verlieren zu sichern. Hier wurde laut Zeitungsbericht ein verlorengegangenes Reserverad einem Lkw-Fahrer zum Verhängnis. Es ließen sich weitere solcher Beispiele anführen. Spitzenreiter der verlorenen Gegenstände als Unfallverursacher sind z. B. Unterlegkeile, Leitern, leere Eimer, Hilfsmittel zur Ladungssicherung (Klötze, Keile, Balken) und neuerdings auch Teile vom seitlichen Lkw-Anfahrschutz.



Wie eine Riesennase ragt die Zugmaschine des Lasters über den Brückenrand.

Das Brummi-Drama von Speyer

Kopfüber in den Fluß stürzte der Fahrer dieses Brummis nach einem Unfall auf der Rheinbrücke bei Speyer. Als Bernd W. (32) einem Reserverad ausweichen wollte, geriet sein LKW ins Schleudern, durchbrach Leitplanke und Geländer. W. war nicht angeschnallt, rutschte samt Frontscheibe und acht Betonröhren vom Auflieger 38 Meter in die Tiefe. Er wurde noch nicht gefunden.

Ob diese Leiter (Abb. 122), mit einem Gummiband „verzurrt“, als unverlierbar bezeichnet werden kann? Wenn auch die Leiter so aussieht, als sei sie bereits einmal überfahren worden und sich damit der Verlust der eigentlich ausmusterungsreifen Leiter leicht verschmerzen ließe, sollte in erster Linie immer daran gedacht werden, zu welcher Gefahrenquelle ein verlorengegangener Gegenstand für andere Verkehrsteilnehmer werden kann. Davon abgesehen, dass es zu einigen der oben erwähnten Ausrüstungsteile Vorschriften gibt (z. B. zum Reserverad), welche die „unverlierbare Unterbringung“ am Fahrzeug ausdrücklich fordern, sollte es selbstverständlich sein, vor Fahrtantritt eine Fahrzeugkontrolle durchzuführen. Dabei sind alle lose mitgeführten Ausrüstungsgegenstände, Hilfsmittel zur Ladungssicherung und evtl. auch lösbare oder bewegliche Aufbauteile auf ihren festen Sitz bzw. ihre sichere Unterbringung zu prüfen. Auch das gehört zum Thema „Ladungssicherung“.

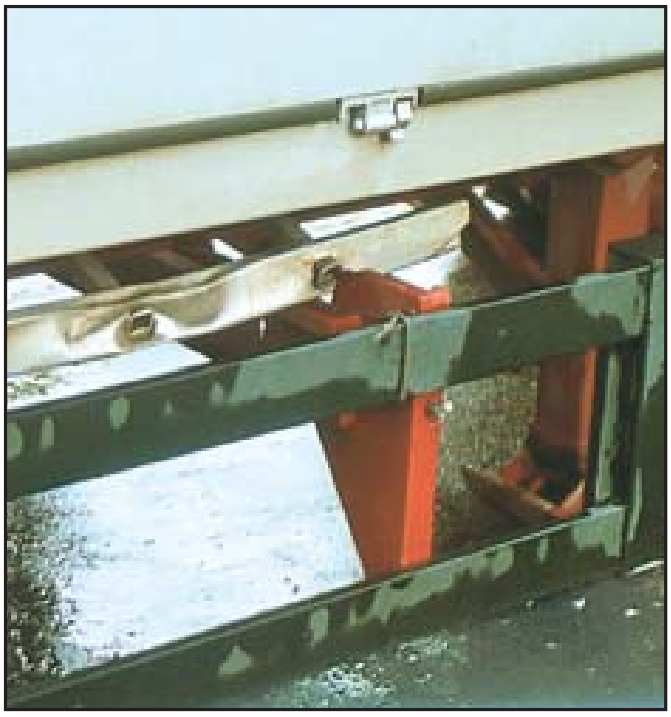


Abb. 122

Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung

Formschlüssige, kraftschlüssige und kombinierte Sicherungsmethoden

So unterschiedlich und vielfältig die zu transportierenden Ladegüter sein können, so vielgestaltig sind auch die Einrichtungen und Hilfsmittel, mit denen diese Ladegüter gesichert werden können. Grundsätzlich unterscheidet der Fachmann zwischen zwei Sicherungsmethoden, und zwar der formschlüssigen und der kraftschlüssigen Ladungssicherung. Beide können auch kombiniert angewandt werden.

Unter **form**schlüssiger Sicherung versteht man, wenn (z.B. palettierte) Ladung allseitig an den Laderaumbegrenzungen (Stirnwand und Bordwänden) anliegt. Sie wird allein durch die **Form** des Fahrzeugaufbaus gehalten. Wenn Freiräume zwischen einzelnen Ladungsteilen oder zwischen Laderaumbegrenzungen und Ladung bestehen oder das Fahrzeug keine Laderaumbegrenzungen (Bordwände, Rungen) besitzt, sind andere formschlüssige Sicherungsarten erforderlich. Die Freiräume sind durch Füllmittel (Luftsäcke, Schaumstoffpolster, Leerpaletten) zu schließen. Auch Abstützungen und Keile sind als Sicherung zu verwenden.

Unter **kraft**schlüssiger Sicherung versteht man, wenn frei auf der Ladefläche stehende Ladung allein durch eine **Kraft**, hier durch Erhöhung der Reibungskraft, zwischen Ladefläche und Ladung bzw. zwischen den einzelnen Ladungsteilen gesichert werden soll. Die bekannteste Möglichkeit hierzu ist das Niederzurren der Ladung mittels Zurrmittel (Kette, Gurt, Seil) auf die Ladefläche (siehe Abschnitt „Berechnungsbeispiele für gebräuchliche Zurrmethoden“; ab Seite 56).

Unter **kombinierter** Sicherung versteht man eine bündig an die Stirnwand herangelegte Ladung (**Form**schluss) bei gleichzeitigem Niederzurren gegen Bewegung zu den Seiten und nach hinten (**Kraft**schluss).

Im Folgenden sollen die wesentlichsten Einrichtungen und Hilfsmittel, wie in den Durchführungsanweisungen zu § 22 (1) UVV „Fahrzeuge“ aufgeführt, näher beschrieben werden.

Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung

Ladeflächenbegrenzungen

Für viele übliche Fahrzeugaufbauten gibt es zur Zeit noch keine Regeln, in denen Mindestanforderungen festgelegt sind, welchen Kräften die Ladeflächen- oder Laderaumbegrenzungen standhalten müssen.

Bei Fahrzeugen mit Pritschenaufbauten zählen zu diesen Aufbauteilen z. B. Stirn- und Bordwände, Einstecklatten, Einzelrungen oder seitliche Schiebeplanen (Curtainsider), bei Kofferaufbauten alle Laderaumwände und -türen.
Für die Bemessung dieser Aufbauteile werden von der Fahrzeugindustrie im Allgemeinen als Richtwerte die Anforderungen der Norm für die Prüfung von Wechselbehältern – DIN EN 283, Ausgabe August 1991 – berücksichtigt. Sie beinhaltet indirekt Sicherheitsanforderungen für Ladungen, die den gesamten Laderaum voll ausfüllen, also allseitig an den Laderaumbegrenzungen anliegen.

In der Norm ist z.B. festgeschrieben, welche Kräfte auf Stirn- und Rückwände sowie auf die Seitenwände einschließlich ihrer Rungen einwirken dürfen, ohne dass bleibende Verformungen auftreten. Danach muss bei einer statischen Prüfung eine Stirnwand dem 0,4fachen, eine seitliche Abgrenzung dem 0,3fachen der Gewichtskraft des Ladegewichtes (der zulässigen Nutzlast) unter bestimmten Prüfbedingungen standhalten. Das bedeutet z.B. für ein offenes Fahrzeug mit Pritschenaufbau und Bordwänden, welches eine Nutzlast von 16 t hat, Folgendes:

– Die Stirnwand müsste eine statische Kraft von 0,4 x ca. 16 000 daN (kg) = 6400 daN (kg) aufnehmen können.

– Die seitlichen Bordwände jeder Längsseite müssten insgesamt eine Kraft von 0,3 x 16 000 daN (kg) = 4800 daN (kg) aufnehmen können.

Besteht der Pritschenaufbau an einer Längsseite aus zwei Bordwänden, müsste die Einzelbordwand also mit einer Kraft von 4800 daN : 2 = 2400 daN (kg) belastbar sein.

Bei einer Pritsche mit Bordwänden und Planenaufbau (Hamburger Verdeck) wird nach DIN EN 283 für die Seitenwände ebenfalls eine Gesamtprüfkraft von 0,3 x Nutzlast zugrunde gelegt.
Diese Prüfkraft teilt sich jedoch auf in 0,24 x Nutzlast für die Bordwände und 0,06 x Nutzlast für den übrigen Bereich, d. h. für den Bereich der darüber befindlichen Einstecklatten.

Derzeit wird an einer europäischen Norm „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Aufbauten an Nutzfahrzeugen;

Mindestanforderungen“ gearbeitet. Diese Norm liegt seit April 1997 im Entwurf (prEN 12642) vor und wird von den meisten Fahrzeugaufbauherstellern bereits berücksichtigt. Grundlage dieses Normentwurfes ist die genannte DIN EN 283. Die Forderungen dieser Norm hinsichtlich Mindestanforderungen und Prüfung wurden vollständig in den Entwurf prEN 12642 übernommen. Einzige Abweichung, die sich aus dem Bestreben der Hersteller ergibt, eine möglichst hohe Nutzlast für die Fahrzeuge zu gewährleisten, ist, dass die Stirnwandfestigkeiten begrenzt sind.

So gilt für die vordere Stirnwand
0,4 x Nutzlast, jedoch maximal
5000 daN (kg) und für die hintere Stirnwand (Rückwand) ebenfalls
0,4 x Nutzlast, jedoch maximal
3100 daN (kg). Zu beachten ist, dass sich auch hier die statische Prüfung auf vollflächig ausgefüllte Stirnwände bezieht.

Beispiel:
Stirn-, Bordwände und Einsteckbretter eines Sattelanhängers mit einer Nutzlast von 28 t müssten demnach für folgende Belastungswerte ausgelegt sein:

Stirnwand
0,4 x 28 000 daN (kg) = 11 200 daN (kg)

Begrenzung bei Fahrzeugen
nach prEN 12642:
– Stirnwand 5000 daN (kg)
– Rückwand 3100 daN (kg)

Bordwände
0,24 x 28 000 daN (kg) = 6720 daN (kg).

Bei vier Bordwänden je Seite wären das je Bordwand

6720 daN : 4 = 1680 daN (kg).

Gesamter Einstecklattenbereich (je Seite):

0,06 x 28 000 = 1680 daN (kg).

Bei 4 übereinanderliegenden Einsteck-latten wären bei ebenfalls vier Bord-wandeinteilungen auf einer Seite insge-samt 16 Einstecklatten vorhanden. Danach müsste eine Latte einer Kraft von 1680 daN : 16 = 105 daN (kg) widerstehen. Diese (niedrigen) Werte sollten unbedingt bedacht werden, wenn allein die Laderaumbegrenzungen ein-schließlich der Einstecklatten die Ladungssicherung übernehmen sollen. Bereits vor Bestellung eines Fahrzeuges sollten Überlegungen angestellt werden, ob nicht z. B. verstärkte Bordwand-scharniere und -verschlüsse sowie Ein-stecklatten aus Leichtmetall statt aus Holz mit zusätzlicher senkrecht ver-

Abb. 123

laufender Unterstützung für die geplanten Transportaufgaben sicherer wären.

Seitliche Schiebeplanen (Abb. 123) statt Bordwände sind an Fahrzeugen mit Pritschenaufbau vermehrt im Einsatz. Diese Aufbauart ist einerseits aus Sicht der Unfallverhütung zu begrüßen. Die vielen Arbeitsunfälle, die sich beim Auf- und Abplanen von Fahrzeugen ereignen (Leiterunfälle), werden sich verringern. Andererseits ist dieser Aufbau für die Ladungssicherung nicht unproblematisch. Die Planen selbst sind zwar durch eingearbeitete Verstärkungen relativ hoch belastbar. Doch in den meisten Fällen werden die Planen als alleinige Sicherung nicht ausreichen, sondern zusätzliche Sicherungsmaßnahmen müssen angewandt werden (Abb. 123a). Als weiterer Faktor kommt hinzu, dass diese Planen durch Ladungsdruck nach außen ausgebeult werden, was zur Vergrößerung der Fahrzeugbreite und damit zu Unfällen führen kann.

Die DIN EN 283 legt daher fest, dass bei einer seitlichen Belastung der gesamten Planenfläche mit 0,3 x Nutzlast an keiner Stelle die Plane mehr als 300 mm ausbeulen darf, fügt aber in einer Anmerkung hinzu, dass diese 300 mm Ausbeulung nur als Prüfkriterium zu verstehen ist und nicht als zulässiger Wert für ein Verformungsmaß durch Ladungsdruck während des Fahrbetriebes. Das bedeutet, dass die Ladungssicherungsmaßnahmen bei Aufbauten mit seitlichen Schiebeplanen in vielen Fällen so durchzuführen sind, als würde auf Pritschenfahrzeuge ohne seitliche Laderaumbegrenzungen verladen werden.

Abb. 123a

Nach diesen Darlegungen bleibt anzuraten, beim Kauf eines Fahrzeugs sich vom Hersteller schriftlich bestätigen zu lassen, nach welchen Grundsätzen die seitlichen Laderaumbegrenzungen bemessen sind bzw. welche Kräfte sie aufzunehmen vermögen. Das gilt auch für Sonderausführungen, so z. B. für die Verstärkung einer Stirnwand für ein Langmaterialfahrzeug, an die weitaus höhere Anforderungen zu stellen sind, als an eine herkömmliche Stirnwand. Ebenfalls sollte die Belastbarkeit von Einzelrungen (Abb. 124) bekannt sein, wobei hier auf die verschiedensten Rungenarten nicht weiter eingegangen werden soll. Die DIN EN 283, die nur für die Prüfung von Wechselbehältern gedacht ist, sagt verständlicherweise zu Prüfkriterien von Einzelrungen, die allein als seitliche Laderaumbegrenzung dienen sollen, nichts aus.

Abb. 124

Heutzutage werden wegen Verwendung besonderer Stähle die Rungen kaum noch mit Ösen am Rungenkopf für den Einsatz von Rungenspannketten angeboten. Wenn diese Ketten fehlen, die üblicherweise zwischen sich gegenüberliegenden Rungenpaaren gespannt werden, um sich gegenseitig zu unterstützen und gegen Abknicken zu sichern, ist besonders auf die zulässige Belastbarkeit der freistehenden Einzelrungen zu achten. Der Fahrzeugkäufer sollte sich nicht mit einer allgemeinen Belastungsangabe des Herstellers zufriedengeben, sondern ein Lastdiagramm fordern, aus dem die Belastbarkeit der Rungen in Abhängigkeit ihrer Höhe hervorgeht.

Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung

Zurrpunkte

Wer kauft sich schon eine neue Lederhose ohne Knöpfe, wenn er sie beim Tragen mit seinen Hosenträgern gegen Herunterrutschen sichern will? Sicher keiner!!! Die Frage anders formuliert könnte lauten: Wer kauft sich schon ein neues Fahrzeug ohne Zurrpunkte, wenn geeignete Zurrmittel zur Ladungssicherung im Betrieb zur Verfügung stehen? Wirklich keiner???

Jahrelange Bemühungen, die Nutzfahrzeugindustrie dazu zu bewegen, von sich aus serienmäßig Ladeflächen von Fahrzeugen mit Pritschenaufbau mit Zurrpunkten auszurüsten, blieben weitgehend erfolglos. Mit der Erarbeitung der DIN 75 410 Teil 1 (Deckblatt siehe Anhang 16) gab es hierzu eine Regel der Technik, die jedoch bei der Fahrzeugindustrie auch nicht zum Durchbruch auf breiter Basis führte, denn der Kunde bekam Zurrpunkte nur auf Sonderwunsch.

Diesen Sonderwunsch konnten die meisten Hersteller schon seit vielen Jahren erfüllen. Technische Probleme zur Ausrüstung von Fahrzeugen mit Zurrpunkten sprachen also nicht dagegen.

Um die serienmäßige Zurrpunkt-Ausrüstung von Fahrzeugen mit Pritschenaufbauten endlich durchzusetzen, wurde im Jahr 1990 eine einschlägige Forderung in den § 22 Abs. 1 UVV „Fahrzeuge“ (BGV D 29) aufgenommen. Nach Ablauf der zugehörigen Übergangsfrist – und zwar seit dem 1. Oktober 1993 – müssen nun alle gewerblich genutzten Pritschenfahrzeuge mit Zurrpunkten ausgerüstet sein. Anzahl, Anordnung und Dimensionierung der Zurrpunkte richten sich nach DIN 75 410 Teil 1 und DIN EN 12 640 (Deckblatt siehe Anhang 15).

Abb. 125: Zurrpunkte (eingekreist) nach DIN EN 12 640 in äußeren Längsträgern versenkt

Hier nur die wesentlichsten Anforderungen der Normen:

– Zurrpunkte sind zur Nutzung der Ladeflächenbreite so weit außen wie möglich anzuordnen.

– Zurrpunkte dürfen in Ruhelage nicht über die Ladeflächenebene hinausragen (Vermeidung von Stolpergefahren). Durch Zurrpunkte bedingte Vertiefungen und Ausschnitte sollten so klein wie möglich gehalten werden.

– In Zurrpunkte eingeleitete Kräfte (durch die Zurrmittel) müssen unter bestimmten räumlichen Winkeln aufgenommen werden können: beim Niederzurren senkrecht bis schräg nach unten, beim Schräg- und Diagonalzurren in alle üblichen Richtungen.

– Anzahl der Zurrpunkte je nach Ladeflächenlänge: Abstand in Längsrichtung von Stirn- und Rückwand höchstens 500 mm, zwischen den einzelnen Zurrpunkten höchstens 1200 mm.

– An Fahrzeugen mit einem zulässigen Gesamtgewicht ab 3,5 t, die in den Geltungsbereich der DIN EN 12640 fallen, ist die vordere Stirnwand mit mindestens zwei Zurrpunkten auszustatten.

  Die Zurrpunkte sind so anzuordnen, dass der senkrechte Abstand von der Ladefläche 1000 ±200 mm beträgt. Der Abstand von der seitlichen Begrenzung der Stirnwand sollte so klein wie möglich, jedoch nicht größer als 250 mm sein.

  Die zulässige Zugkraft je Zurrpunkt in der Stirnwand muss mindestens 1000 daN betragen.

– Der Mindestwert der zulässigen Zugkraft je Zurrpunkt auf der Ladefläche ist abhängig vom Gesamtgewicht des Fahrzeugs:

  zulässiges Gesamtgewicht größer als 12 t = 2000 daN / Zurrpunkt

  zulässiges Gesamtgewicht 7,5 t bis 12 t = 1000 daN / Zurrpunkt

  zulässiges Gesamtgewicht 3,5 t bis 7,5 t = 800 daN / Zurrpunkt

  zulässiges Gesamtgewicht bis 3,5 t = 400 daN / Zurrpunkt.

– Die Anzahl der Zurrpunkte, multipliziert mit ihrer zulässigen Zugkraft, muss mindestens dem 1,5 fachen

Abb. 126: Kennzeichnung nach DIN 75 410 Teil 1

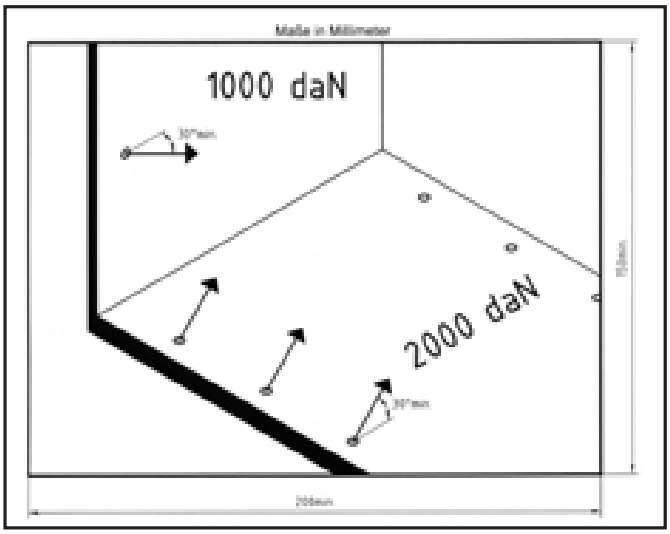


Abb. 126a: Kennzeichnung nach DIN EN 12 640

Wert der Gewichtskraft (der zulässigen Fahrzeug-Nutzlast) entsprechen. Bei kurzer Ladeflächenlänge und hoher Nutzlast kann der Abstand der Zurrpunkte zueinander kürzer werden. Andernfalls sind die zulässigen Zugkräfte der Zurrpunkte entsprechend zu erhöhen.

– Fahrzeuge mit normkonformen Zurrpunkten sind mit einem Hinweisschild zu kennzeichnen (Abb. 126 und 126a).

Bei Einhaltung der Normen gehört es hoffentlich bald der Vergangenheit an, dass für Haken von Zurrmitteln (un-)geeignete Befestigungspunkte unter Fahrzeugaufbauten gesucht werden (Abb. 127–129), wobei die Haken nicht selten derart auf Biegung beansprucht werden, dass es zum Bruch kommt. Diverse weitere Nachteile dieser improvisierten Verzurrmethoden ließen sich aufzählen.

Abb. 127

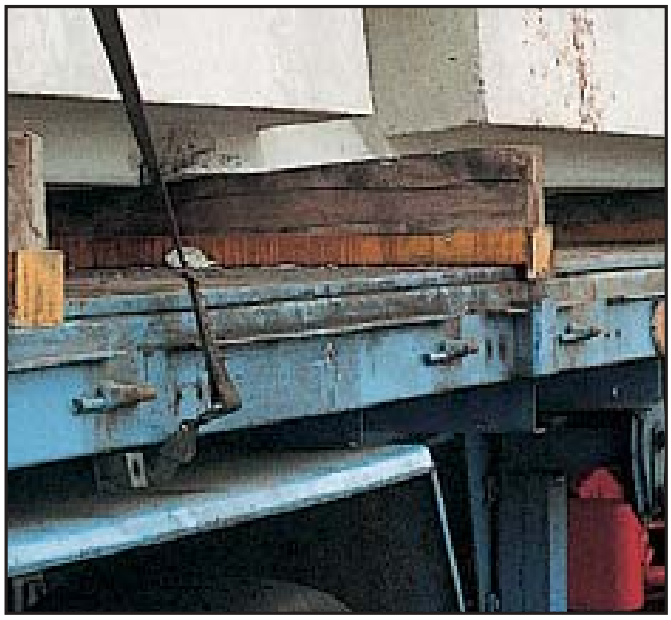


Abb. 128

Abb. 129

Zurrpunkte

Um möglichen technischen Weiterentwicklungen nicht im Wege zu stehen, legen die Zurrpunkt-Normen nicht ausdrücklich fest, dass sich die Zurrpunkte in der Ladeflächenebene befinden und der zeichnerischen Darstellung entsprechen müssen. So hat z.B. ein namhafter Fahrzeugaufbautenhersteller ein System entwickelt, welches den Anforderungen der Norm in allen Belangen entspricht.

Die verwendeten Außenrahmen-Längsträger der Ladefläche haben ein Profil, in welches spezielle Zurrgurtendbeschläge eingehakt werden können, sowohl bei geöffneter als auch bei geschlossener Bordwand. Der Zurrhaken lässt sich aus senkrechter Stellung zur Ladefläche hin beliebig schwenken, die im Haken eingearbeitete Drehscheibe mit Schlitz zur Gurtaufnahme lässt sich in Fahrzeuglängsrichtung in jede gewünschte Stellung ausrichten (Abb. 130). Der Haken

Abb. 130

Abb. 131

wird im Trägerprofil durch eingeschweißte Anschläge gegen Verrutschen in Längsrichtung formschlüssig gesichert (Abb. 131). Gegenüber den üblichen Zurrpunkten dürfte der größte Vorteil dieses Systems sein, dass die gesamte Ladeflächenbreite zur Nutzung erhalten bleibt. Bei Fahrzeugen ohne Bordwände (z. B. Curtainsider) wird ein Anschlagprofil an den Fahrgestellrahmen angeschraubt. Dieses Profil übernimmt die Funktion des Widerlagers gegen unbeabsichtigtes Aushaken der Zurrgurtendbeschläge.

Zur Weiternutzung herkömmlicher Zurrgurtsysteme gibt es Adapterhaken oder kurze Adaptergurtstücke mit eingenähtem Drehscheibenhaken an einem und einer Triangelöse am anderen Ende.

Abb. 131 a

Abb. 131 b

Dieses System wurde zwischenzeitlich weiterentwickelt.

Auf Grund der Vorteile, die Außenrahmen-Zurrpunkt-Systeme mit sich bringen, haben andere Fahrzeugaufbauhersteller nachgezogen und bieten ähnliche Zurrschienen an (Abb. 131 a und 131 b).

Im Gegensatz zum beschriebenen System, bei dem die Haken innerhalb der Ladeflächenabmessung in das Profil des Längsträgers eingehakt werden können, ist die Nutzung des äußeren Rahmenprofils, in das z.B. ein dem Profil angepasster Haken um die Profilunterkante eingehakt wird, aus folgenden Gründen abzulehnen:

– An den Längsträgern fehlen (formschlüssige) Sicherungen, die ein Verrutschen der eingehakten Verbindungselemente der Zurrmittel nach vorne bzw. nach hinten verhindern. Diese Sicherungen sind insbesondere bei der Schräg- oder Diagonalverzurrung einer Ladung unverzichtbar.

– Bei Fahrzeugen mit Bordwänden sind die Anwender betriebsmäßig gezwungen, die geöffnete Bordwand so weit hochzuschwenken, dass das Zurrmittel, hier insbesondere das Verbindungselement, durch den entsprechenden Spalt zwischen Bordwand und Pritsche durchgefädelt werden kann. Hierbei muss die unter Umständen schwere Bordwand nur mit einer Hand hochgehalten werden, während sich die andere Hand im Quetschbereich befindet. Fällt die Bordwand unbeabsichtigt herab, ist mit schwersten Verletzungen bis hin

zu Fingerverlusten zu rechnen. Weiterhin besteht die Gefahr, dass die Bordwand in einem so ungünstigen Winkel gehalten wird, dass sie aus ihren Scharnieren herausrutschen und herabfallen kann.

– Über die Außenseite der Bordwand zu verspannen ist unzulässig, es sei denn, das Zurrmittel verläuft senkrecht oder die Bordwand kann wegen Ladungsgegendruck nicht nach innen verformt werden.

– Dadurch, dass der Anwender die Zurrmittel nur vom Boden aus „einfädeln“ kann, ist er ggf. gezwungen, unnötig häufig zwischen Ladefläche und Fahrbahn auf- und abzusteigen. Beim Auf- und Absteigen ereignen sich bekanntlich die weitaus meisten Unfälle.

Für Fahrzeuge mit Pritschenaufbauten ohne Zurrpunkte, die vor dem 1. Oktober 1993 hergestellt wurden, kann nur die Empfehlung ausgesprochen werden, bei häufigem Einsatz von Zurrmitteln zur Ladungssicherung diese Fahrzeuge nach den Kriterien der bestehenden Normen mit Zurrpunkten nachzurüsten. Zurrpunkte zum nachträglichen Einbau (Abb. 132) werden in verschiedener Form, Größe und zulässiger Belastbarkeit durch den Fachhandel angeboten.

Abb. 132

Wie in Abb. 133 dargestellt, ist Zurrmittel (A) der Sammelbegriff für Zurrgurte, Zurrketten und Zurrdrahtseile. Ein Zurrmittel setzt sich üblicherweise zusammen aus dem Spannmittel (B) (Gurt, Rundstahlkette oder Drahtseil), einem Spannelement (C) und zwei Verbindungselementen (D).

Eingesetzte Zurrmittel zur Ladungssicherung auf Fahrzeugen für den gewerblichen Transport sind nach dem Gerätesicherheitsgesetz „technische Arbeitsmittel“ und müssen damit den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie den Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften entspre-

Ausführungsformen (Beispiele):			
Zurrmittel A	Zurrgurte	Zurrketten	Zurrdrahtseile
Spannmittel B	Gurt	Rundstahlkette	Drahtseil
Spannelement C	– Klemmschloss – Hebelspannschloss – Ratsche – Winde	– Spannschloss – Spindelspanner – Mehrzweck-Kettenzug	– Winde – Mehrzweck-Kettenzug
Verbindungselement D	– Haken (Klauen- und Flachhaken – Endglied	– Haken – Schäkel – Endglied – Verkürzungselement	– Endglied – Haken – Schäkel – Kombinationsglieder

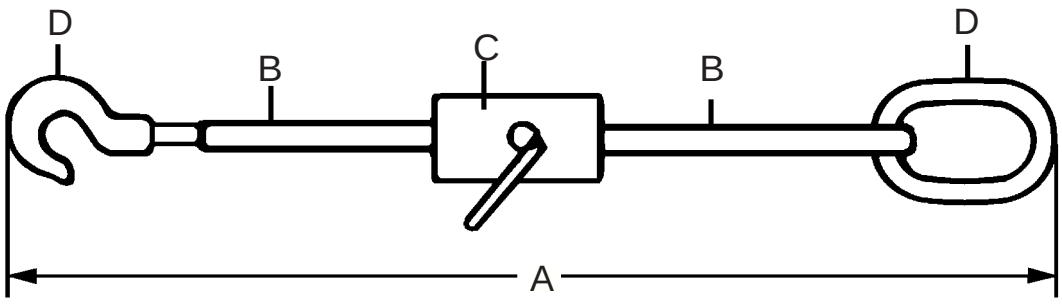


Abb. 133

chen. Geltende Regeln der Technik für die Herstellung und den Gebrauch von Zurrmitteln sind

– VDI 2701 für Zurrdrahtseile (Deckblatt siehe Anhang 7)

– DIN EN 12 195-2 für Zurrgurte (Deckblatt siehe Anhang 13)

– DIN EN 12 195-3 für Zurrketten (Deckblatt siehe Anhang 14)

Es würde hier zu weit führen, detaillierte Anforderungen und Beschreibungen der einzelnen Zurrmittelarten abzugeben, die ohnehin nur für die Zurrmittel-Hersteller von Interesse sein dürften. Auch auf die allgemeinen Hinweise bezüglich Handhabung, Anwendung, Überwachung, Prüfung, Ablegereife, Instandhaltung und Instandsetzung muss hier verzichtet werden, bis auf einige Punkte, die für den Anwender von wesentlicher Bedeutung sein können. Hier zunächst Bemerkungen und Anforderungen, die für alle drei Zurrmittelarten (Gurt, Kette, Seil) Gültigkeit haben.

✻ Gemeinsame Anforderungen an alle Zurrmittel

Alle Zurrmittel müssen mit einem Kennzeichnungsetikett versehen sein, aus dem u. a. hervorgehen:

- Hersteller
- Fertigungsdatum (Monat/Jahr)
- zulässige Zugkraft (Höchstzugkraft) F_{zul} bzw. LC in daN
- Hinweis „Nicht heben, nur zurren!“

Die Angabe der zulässigen Zugkraft erfolgt in daN (deka-Newton), da 1 daN etwa 1 kg entspricht (nähere Erläuterung hierzu siehe unter Abschnitt „Physikalische Grundlagen zur Ladungssicherung – Begriffe“, Seite 38). Im Zuge der europäischen Normung wurde die Abkürzung F_{zul} durch LC (Lashing Capacity) ersetzt.

Zur Angabe der zulässigen Zugkraft ein wichtiger Hinweis: Nach wie vor ist der Irrglaube weit verbreitet, dass z.B. eine frei auf einem Tieflader stehende 10 000 kg schwere Baumaschine nach Berücksichtigung der Reibkraft durch Diagonalverzurrung mit vier Zurrmitteln mit je 2500 daN zulässige Zugkraft gesichert werden kann. Um die Maschine gegen Verrutschen in Fahrtrichtung durch zwei Zurrmittel zu sichern, wären bei angenommenem Reibungsfaktor von μ= 0,2 Sicherungskräfte von 6000 daN erforderlich. Danach müsste bereits bei theoretischer Betrachtungsweise je Zurrmittel eine zulässige Zugkraft von 3000 daN erbracht werden, wobei diese Zurrmittel von ihren Zurrpunkten aus horizontal und parallel zueinander zu den Befestigungspunkten an der Baumaschine verlaufen müssten. Die räumlichen Verzurrwinkel, die in der Praxis, wie hier bei der Diagonalverspannung, auftreten und damit die tatsächliche Sicherungskraft erheblich herabsetzen, werden bei dieser Betrachtungsweise nicht berücksichtigt. Wenn z.B. bei der Diagonalverzurrung Horizontal- und Vertikalwinkel je 45° betragen würden, wäre je Zurrmittel eine zulässige Zugkraft von mindestens 4650 daN erforderlich (siehe Diagramm 3 in Abb. 25).

Würden dieselben Zurrmittel mit einer zulässigen Zugkraft von je 2500 daN in geradem Zug doppelt gelegt oder einteilige Zurrgurte mit einer zul. Zugkraft von 5000 daN in der Umreifung eingesetzt, wären damit die erforderlichen Sicherungskräfte erbracht, vorausgesetzt, die dafür auf das Gurtband aufgefädelten Verbindungselemente sind auch für eine zulässige Zugkraft von 5000 daN ausgelegt.

Noch verhängnisvoller kann es enden, wenn bei der Auswahl von Zurrmitteln für das Niederzurren ähnlich gedacht wird wie im zuvor dargestellten Beispiel einer Diagonalverzurrung. Wer glaubt, eine 10 000 kg schwere Ladung, z.B. übereinandergeschichtete Betonplatten, mit nur zwei Zurrmitteln je 5000 daN zulässiger Zugkraft in der Umreifung sichern zu können, liegt völlig daneben! Hier ist nicht die angegebene zulässige Zugkraft des Zurrmittels, sondern die Vorspannkraft von entscheidender Bedeutung, die mit dem Spannelement im Zurrmittel aufgebaut werden soll, um die Ladung niederzupressen (siehe hierzu Abschnitt „Berechnungsbespiele für gebräuchliche Zurrmethoden – Niederzurren“, Seite 56). Dabei ist es unerheblich, welche Spannelemente hier zum Einsatz kommen. In jedem Fall müsste die Ladung beim günstigsten Vertikalwinkel von 90° und bei einer angenommenen Reibungszahl von 0,3 mit einer Gesamtvorspannung von ca. 16 600 daN niedergezurrt werden, um den festgeschriebenen Anforderungen aus den Regeln der Technik (VDI 2700 und VDI 2702) zu genügen. Diese Gesamtvorspannkraft von ca. 16 600 daN würde nach der Tabelle in Abb. 20 einer erforderlichen Mindestvorspannkraft Z von ca. 8300 daN entsprechen (Summe der auf der Zurrmittelspannseite abgelesenen Vorspannwerte), zu deren Aufbringung ca. 21 Gurte mit Ratschen erforderlich wären. Die tatsächlich auf ein Zurrmittel aufgebrachte Vorspannung abzuschätzen, ist äußerst schwierig. Dazu nützt kein Rütteln am Zurrmittel und kein Zupfen am Gurtband, um je nach Klang die Vorspannung festzustellen. Diese „Messmethode“ ist genauso unsinnig, wie das Prüfen des Reifenfülldruckes durch Fußtritt.

Abb. 134: Zurrkette mit Vorspannanzeige

Darum sollte es möglichst bald zum Stand der Technik gehören, ablesbare Vorspannanzeigen, wie sie bereits auf dem Markt erhältlich sind (Abb. 134–135), in die Zurrmittel zu integrieren oder aufzustecken (135 a–135 b).

Abb. 135: Zurrgurt mit Vorspannanzeige

Abb. 135 a: Aufsteckbares Vorspannmessgerät mit digitaler Anzeige

Abb. 135 b: Aufsteckbares Vorspannmessgerät

Der Hinweis „Nicht heben, nur zurren!“ dürfte einleuchten. Zurrmittel dürfen nicht zum Heben von Lasten eingesetzt werden, da sie bei weitem nicht den Sicherheitsfaktor haben, wie er im Hebezeugeinsatz verlangt wird. Zurrmittel haben nur den Sicherheitsfaktor (Gebrauchszahl) von 2. Das bedeutet, dass Zurrmittel eine Mindestbruchkraft von der doppelten angegebenen zulässigen Zugkraft LC erbringen müssen. Wird z.B. für Zurrgurte mit einem Sicherheitsfaktor von 3 geworben, ist das eine Irreführung. Das unvernähte Gurtmaterial allein geprüft muss zwar den 3fachen Wert der vorgesehenen zulässigen Zugkraft erbringen, aber nach dem Konfektionieren ist diese 3fache Sicherheit durch das Vernähen (Nahtverlust) nahezu wieder auf die zweifache Sicherheit zusammengeschrumpft.

Alle Spannelemente von Zurrmitteln müssen rückschlagfrei arbeiten. Das bedeutet, dass Hebel oder Kurbeln beim Spannen in jeder Stellung losgelassen werden können, ohne dass sie mehr als 15 cm – gemessen an ihren äußeren Dreh- oder Schwenkradien – zurückschlagen können. Der in Abb. 136 dargestellte Lastenspanner erfüllt diese Anforderung nicht und ist damit als Spannelement unzulässig. Jeder, der mit solchen Geräten bereits gearbeitet hat, weiß warum.

Abb. 136

In jedem Fall bleibt die schmerzhafte Erinnerung demjenigen, der schon einmal von einem unter Spannung herumschlagenden Spannhebel getroffen wurde, ob nun beim Lösen oder Spannen eines Zurrmittels.

An Spannelementen dürfen zum Erreichen einer höheren Vorspannkraft keine zusätzlichen Verlängerungen oder Vorrichtungen an die herstellerseitig gelieferten Spannhebel angebracht werden, wenn dies nicht ausdrücklich durch entsprechende Betriebsanleitung erlaubt ist. Der eingekerbte Ratschengriff (Abb. 137)

Abb. 137

deutet darauf hin, dass hier zum Spannen unerlaubte Hilfsmittel benutzt wurden.

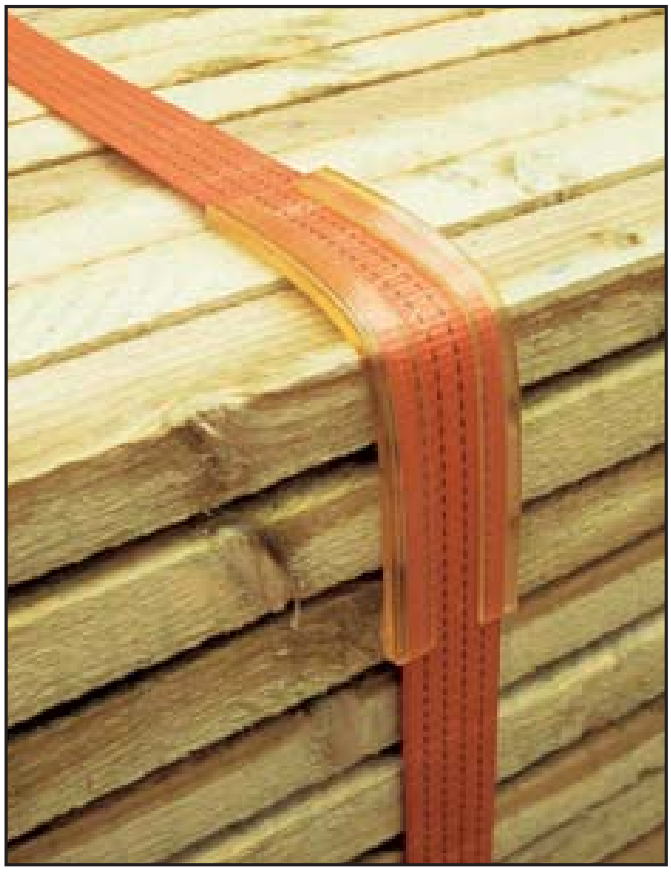


Abb. 138: Gurt-Kantenschutz

Alle Spannmittel müssen, wenn sie um scharfe Kanten geführt werden, durch entsprechenden Einsatz von Kantenschützern (Abb. 138–139) geschont werden. Diese Kantenschützer verhindern die Beschädigung der Ladung und

Abb. 139: Ketten-Kantenschutz

können außerdem beim Niederzurren von Vorteil sein, da durch ihre glatten Oberflächen und größeren Biegeradien die Vorspannkräfte der Spannelemente von der Spannseite auf die gegenüberliegende Seite besser übertragen werden (geringere Reibverluste).

Wird dann noch (wie in Abb. 140) auf beiden Seiten der Niederzurrung ein Spannelement eingesetzt, dazu noch je eine Vorspannanzeige, wäre das die Idealvorstellung eines Niederzurrsystems!

Abb. 140

Apropos Kanten:
Alle starren Metallteile in Zurrmitteln dürfen beim Spannen niemals auf Kanten aufliegen, um nicht auf Biegung beansprucht zu werden. Das gilt auch für Pressklemmen von Drahtseilendverbindungen. Haken sollten immer nur im Hakengrund belastet und auf Zug beansprucht werden. Auf Biegung beanspruchte Verbindungselemente können leicht brechen!

Abb. 141

Eine Kombination der drei Zurrmittelsysteme untereinander ist möglich, in einigen Bereichen sogar von Vorteil

(Kette – Gurt). Voraussetzung ist ein den Regeln der Technik entsprechendes Verbindungselement zwischen den Systemen. Die „Kombination“ nach Abb. 141 genügt den Anforderungen nicht.

Zurrmittel sind entsprechend ihren Einsatzbedingungen – falls erforderlich täglich – durch den Anwender zu überprüfen. Mindestens jedoch einmal jährlich sind sie einer Sachkundigenprüfung zu unterziehen.

Achtung:
Rödeldraht, in welcher Ausführung auch immer, ist als Zurrmittel ungeeignet. Kaum jemand ist in der Lage, mit Sicherheit anzugeben, welche zusätzlichen Belastungen ein vorgespannter gerödelter Draht noch aufzunehmen vermag. Bei einer Anwendung als Zurrmittel verliert der gerödelte Draht schon nach kurzer Fahrstrecke wegen der Art der Verdrallung oder auch wegen bleibender Verformung seine Vorspannung, was bis zum Durchhängen des Drahtes führen kann. Gerät die Ladung dann in Bewegung, wird der Draht ruckartig belastet und zerreißt. Außerdem führen vielfach die vorstehenden Drahtenden zu Verletzungen. Dies ist ein weiterer Grund, den Rödeldraht allgemein als Ladungssicherungsmittel abzulehnen.

Nach dieser gemeinsamen Betrachtung aller Zurrmittel noch zu einigen Besonderheiten der einzelnen Zurrmittelarten:

✻ Zurrgurte

Die Spannmittel von Zurrgurten sind gewebte Gurtbänder aus Chemiefasern. Die gebräuchlichsten Zurrgurtsysteme werden einteilig oder zweiteilig angeboten. Ein einteiliger Zurrgurt besteht nur aus Spannelement (Ratsche) und Gurtband (Abb. 142).

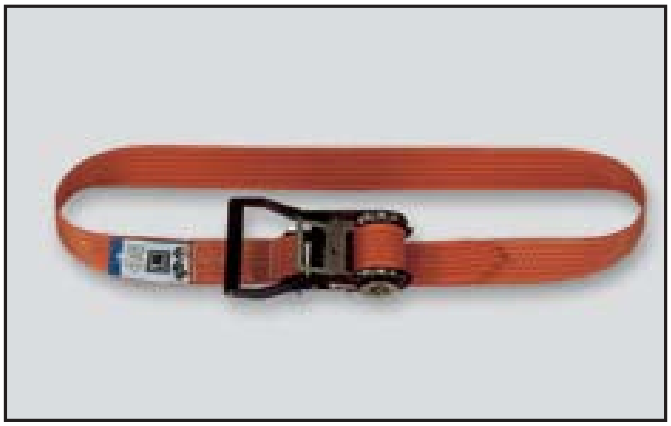


Abb. 142

Damit kann er in der Praxis zum Bündeln oder Umreifen von Ladungen eingesetzt werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, durch zwei auf das Gurtband aufgezogene Verbindungselemente (Haken) den Gurt zum direkten Verzurren einzusetzen, z.B. beim Diagonalverzurren; der einteilige Zurrgurt ist also doppelt gelegt (Abb. 143).

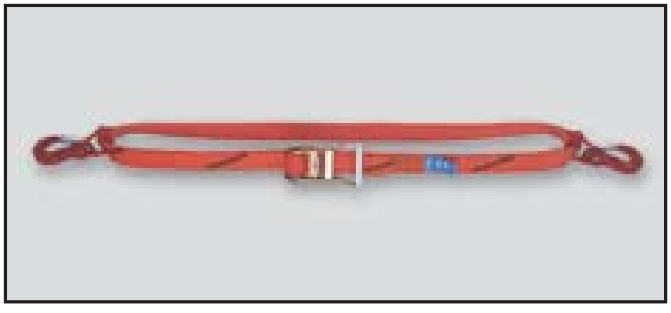


Abb. 143

Diese Anwendungsart kann sehr nützlich sein, da sie im Verhältnis zum zweiteiligen Zurrgurt bei gleicher Materialstärke die doppelte zulässige Zugkraft erbringt. Natürlich müssen dann die lose aufgezogenen Haken für die zulässige Zugkraft einsetzbar sein, für die der Zurrgurt laut Kennzeichnungsetikett ausgezeichnet ist.

Ein einteiliger Zurrgurt kann damit nur in der Umreifung eingesetzt werden, was auf dem Kennzeichnungsetikett durch ein entsprechendes Symbol dargestellt wird (Abb. 144).

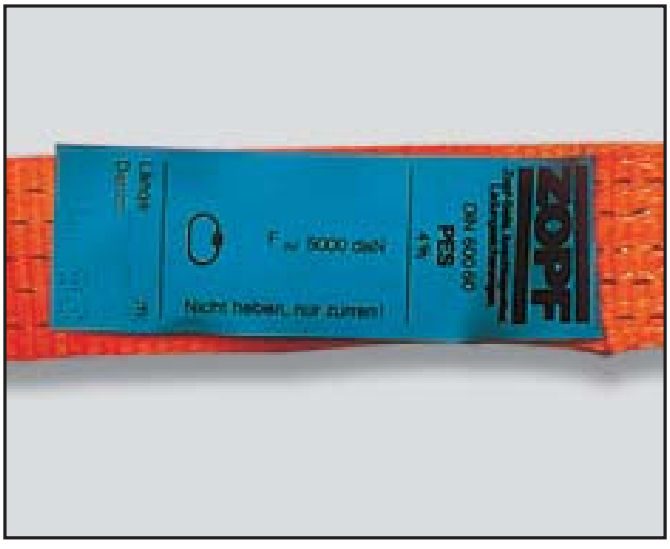


Abb. 144

Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung

Zurrmittel

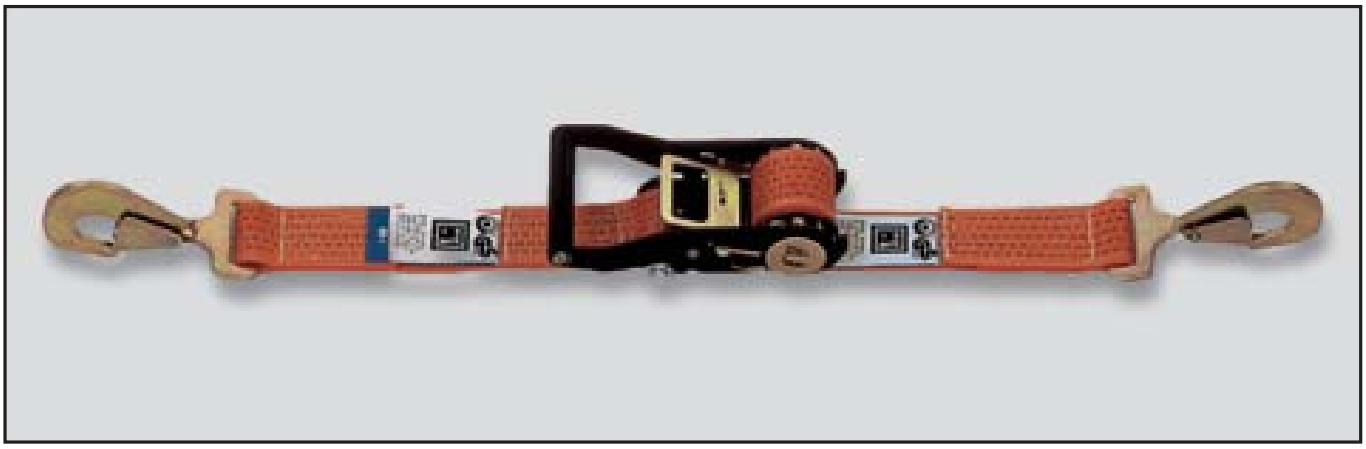


Abb. 145

Ein zweiteiliger Zurrgurt (Abb. 145) besteht aus Fest- und Losende.

Festende = Spannelement (Ratsche) — Gurtband — Verbindungselement

Losende = Verbindungselement — Gurtband

Ein zweiteiliger Zurrgurt kann sowohl im geraden Zug (beim Direktzurren) als auch in der Umreifung (beim Niederzurren) eingesetzt werden. Die zulässige Zugkraft LC auf dem Etikett ist für den geringsten Belastungsfall, also für den geraden Zug, anzugeben (Abb. 146). Die Kennzeichnung der zulässigen Zugkraft erfolgt seit dem Erscheinen der europäischen Norm für Zurrgurte (DIN EN 12 195-2) mit dem Formelzeichen LC (Lashing Capacity). Das betrifft alle Zurrgurte die nach 2/2001 hergestellt wurden. Los- und Festende müssen jeweils mit einem Kennzeichnungsetikett versehen sein.

Abb. 146

Achtung:
Es werden z.T. Zurrgurte mit einer Festigkeitsangabe wie „höchste Belastbarkeit" oder ähnlich angeboten. Hierbei handelt es sich in den meisten Fällen um die Bruchkraft. Diese Werbung ist genauso unzulässig, wie zweiteilige Zurr-

gurte mit dem Wert der zulässigen Zugkraft in der Umreifung anzubieten.

Nach DIN EN 12195-2 hergestellte Zurrgurte tragen diese Normbezeichnung auf ihrem Etikett. Weiterhin ist dort das Werkstoffkurzzeichen für das Gurtband anzugeben. In den meisten Fällen besteht es aus Polyester (PES). Die Farbe des Etiketts ist ebenfalls diesem Werkstoff zugeordnet. Für PES ist eine blaue Grundfarbe des Etiketts vorgeschrieben.

Eine weitere wichtige Angabe muss dem Etikett zu entnehmen sein, und zwar die Dehnung in Prozent. Sie darf maximal 7% betragen.

Was bedeutet das?

Diese Forderung leuchtet sehr schnell ein, wenn man bedenkt, dass sich 1 m Gurtband bis zum Erreichen der zulässigen Zugkraft LC um nicht mehr als 7 cm strecken (dehnen) darf. Die Vorstellung, dass z.B. Längen von 6 m Gurtband und mehr erforderlich sind, um auf einem A-Bock stehende Betonplatten niederzuzurren, macht diese Forderung verständlich. Sollten die Gurte während des Transportes bis zur zulässigen Zugkraft beansprucht werden, würde bei 6 m Gurtlänge eine Dehnung bis zu 42 cm (7% von 6 m) in einem Zurrgurt auftreten. Sollten hier nicht doch besser Zurrketten zum Einsatz kommen?

Noch extremer kann es bei unseriösen Billigangeboten aussehen. Es wurden Dehnwerte bis zu 15% (!) gemessen!

Neu ist, dass Zurrgurte, die zum Niederzurren geeignet sind und seit Februar 2001 hergestellt wurden, auf dem Kennzeichnungsetikett folgende zusätzliche Angaben haben müssen:

S_{HF} — „Normale Handkraft"
S_{TF} — „Normale Spannkraft".

Die „Normale Handkraft" ist eine in der Norm DIN EN 12195-2 festgelegte Handzugkraft, mit der die Vorspannfähigkeit von Ratschen und anderen Spannelementen mit drehbaren Achsen, geprüft wird. Sie beträgt 50 daN.

Die „Normale Spannkraft" ist die Vorspannkraft, die mit 50 daN Handkraft beim Niederzurren über das Spannelement in den Zurrgurt eingebracht werden kann.

Diese Vorspannkraft muss zwischen 10% und 50% der zulässigen Zugkraft (LC) liegen. Erst dann ist der Zurrgurt zum Niederzurren geeignet. Durch die Angabe dieser Vorspannkraft auf den Kennzeichnungsetiketten der Zurrgurte

soll der Anwender in der Praxis erkennen können, wieviel Vorspannkraft er „normalerweise" in den Zurrgurt einbringen kann. Natürlich ist es bei den handelsüblichen Spannelementen (z. B. Ratschen mit verlängertem Handhebel) auch möglich, durch größeren Krafteinsatz beim Spannen, höhere Vorspannkräfte aufzubringen. Diese Vorspannkräfte sind dann gegebenenfalls (z. B. bei einer Polizeikontrolle) mit Hilfe von Vorspannanzeigen nachzuweisen.

Außer dem Kennzeichnungsetikett am Zurrgurt sind Spann- und Verbindungselemente sowie Gurtbandklemmen und Vorspannanzeigen mit einer zulässigen Zugkraft LC ≥ 500 daN mit dem Namen oder Kurzzeichen des Herstellers sowie mit der Angabe der zulässigen Zugkraft LC dauerhaft zu kennzeichnen, z.B. durch Einprägung.

Wer kennt nicht die Kiste im Betrieb, in der gebrauchte Ratschen und Verbindungselemente, wie z. B. ein offener Klauenhaken, der sich aus der vernähten Öse am Gurtende herauswinden lässt, gesammelt werden. Da in den meisten Fällen bei ablegereifen Zurrgurten lediglich das Gurtband eingeschnitten oder verschlissen ist, werden diese Beschlagteile als „Ersatzteile" gesammelt. Da aber Zurrgurtsysteme, z.B. mit 50 mm breitem Gurtband, mit unterschiedlicher zul. Zugkraft angeboten werden, z.B. gestaffelt von LC =1000 daN bis 2500 daN, kann bei späterer Verwendung der ungekennzeichneten Teile nicht mehr festgestellt werden, welcher LC sie zuzuordnen sind.

Wer jetzt meint, aus abgelegten Zurrgurten herausgeschnittene „unlösbare" Haken könnten nicht weiter verwendet werden, ist auf dem Holzweg (siehe hierzu Ausführungen auf Seite 181 und Seite 189 zu einteiligen Zurrgurten mit aufgezogenen Haken).

So dürften z.B. die Verbindungselemente aus einem zweiteiligen Zurrgurt mit einer zulässigen Zugkraft von 2500 daN im geraden Zug (⊢■⊣ = 2500 daN) nicht auf einen einteiligen Zurrgurt mit einer zulässigen Zugkraft von 5000 daN in der Umreifung (◯▬ = 5000 daN) aufgezogen werden. Hier wären Verbindungselemente mit einer zulässigen Zugkraft von mindestens 5000 daN im geraden Zug erforderlich.

Beim Einsatz von Ratschen als Spannelement sollten sich am Ende des Spannvorganges mindestens 1,5 Windungen auf der Ratschenwelle befinden, um den gewünschten Klemmeffekt zu erzielen und damit ein unbeabsichtigtes Lösen des Gurtes aus der Ratsche zu verhindern. Es dürfen jedoch höchstens

3 Windungen gespanntes Gurtband auf die Ratschenwelle aufgebracht werden. Warum? Erstens besteht bei mehr Windungen die Gefahr, dass durch das zu hoch aufgetürmte Gurtband der Sperrschieber aus seiner Haltestellung angehoben wird, zweitens verringert sich beim Niederzurren die von Hand über den Ratschenhebel auf das Gurtband aufgebrachte Vorspannkraft, denn je mehr Windungen sich auf der Ratschenwelle befinden, desto ungünstiger wird das Verhältnis der über den Ratschenhebel eingebrachten Krafteinleitung.

Bei der Begrenzung auf höchstens 3 Windungen ist berücksichtigt, dass außer vom zu spannenden Gurtmaterial auch das durch den Schlitz der Wickelwelle gezogene freie Losende mit aufgewickelt wird, bei 3 Umdrehungen (= Windungen) sich also fast 6 Gurtstärken (genau 5,5 Windungen) auf der Wickelwelle aufbauen.

Zurrgurte vieler Hersteller tragen auf dem Etikett zusätzlich ein GS-Zeichen mit zugehöriger Prüfnummer. Überwiegend werden diese Gurte durch die Prüf- und Zertifizierungsstelle des Fachausschusses „Verkehr" im BG-Prüfzert geprüft, dessen Federführung bei der Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen liegt.

Es dürfte verständlich sein, dass solche technischen Arbeitsmittel, die auf die Erfüllung aller Anforderungen hin von einer neutralen Prüfstelle geprüft wurden, bei der Anschaffung etwas teurer sind, als Billigangebote unseriöser Hersteller. Kontrollprüfungen derartiger Billigware haben erschreckende Ergebnisse zutage gebracht, vereinzelt wurde sogar mit dem GS-Zeichen geworben, obwohl eine Prüfung nie durchgeführt wurde. Im Zweifelsfall sollte beim Kauf von Zurrmitteln Einsichtnahme in die zum GS-Zeichen gehörende Bescheinigung verlangt werden.

Um Missverständnissen vorzubeugen: Natürlich können auch Zurrgurte, die nicht mit den GS-Zeichen gekennzeichnet sind, den Anforderungen nach DIN EN 12195-2 genügen und von bester Qualität sein.

✻ Gefahrenhinweis zum Spannelement Ratsche

Achtung:
Vorsicht beim Lösen der Verzurrung von kippgefährdeten Gütern, wenn Ratschen als Spannelemente von Zurrgurten benutzt werden! Genauere Hinweise siehe unter Kapitel „Vorsicht beim Be- und Entladen von Gütern mit schmaler Standbasis und/oder außermittigem Schwerpunkt“
(Seite 240)

✻ Zurrgurtaufroller

Abschließend noch ein Tip zu einem Hilfsmittel für Zurrgurte, dessen Einsatz aus Sicht der Unfallverhütung zu begrüßen ist. Bei Benutzung eines Gurtaufrollers (Abb. 147) werden „zwei Fliegen mit einer Klappe erschlagen":

1. Durch saubere Aufwicklung der mitgeführten Gurte herrscht auf dem Fahrzeug bessere Ordnung (weniger Platzbedarf).

2. Beim Aufwickeln des Gurtlosendes mittels Gurtaufroller befindet sich das Verbindungselement (z.B. Haken, Öse) immer am äußeren Rollenende. Damit wird bei hoher Ladung, die niedergezurrt werden soll, zwangsläufig nur das „nackte" Gurtband über die Ladung geworfen und nicht zuerst das Hakenende. Damit werden die vielen Unfälle vermieden, bei denen der hinübergeworfene Haken einen auf der anderen Fahrzeugseite stehenden Kollegen oder andere Personen trifft. Oft zielt aber auch — nach einem Fehlwurf — der zurückkommende Haken auf den Werfer selbst.

Abb. 147

✻ Zurrketten

Zurrketten nach DIN EN 12195-3 bestehen im Allgemeinen aus der Rundstahlkette (Spannmittel), dem Spindelspanner (Spannelement), Haken (Verbindungselementen) und Kettenverkürzungselement zur Groblängeneinstellung der Zurrkette (Abb. 148).

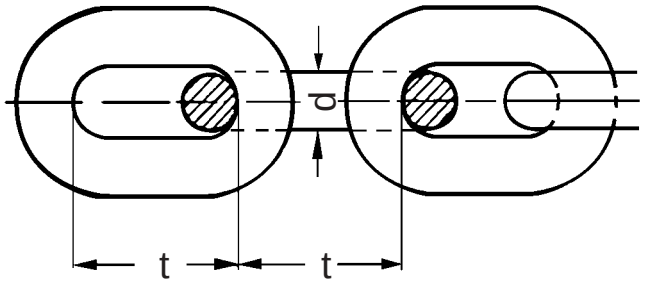
Es muss sich um eine wie in Abb. 150 dargestellte kurzgliedrige Kette handeln mit einer Teilung von höchstens 3 x Kettennenndicke, d.h. bei Kettennenndicke von 10 mm ∅ dürfte die Teilung höchstens 30 mm betragen. Langgliedrige Ketten sind wegen der Verbiegegefahr einzelner Kettenglieder beim Verzurren um scharfe Kanten nicht zulässig.

Abb. 148

Rundstahlketten müssen mindestens der Güteklasse 8 (Grad 80) nach DIN EN 818-2 entsprechen. Neben anderen Daten sind Güteklasse und Kettenstärke auf dem Kennzeichnungsetikett anzugeben.

Wie bereits im Abschnitt Zurrgurte (Seite 189) ausgeführt, ist ebenfalls die „normale Spannkraft“ (S_{TF}) anzugeben, die mit „normaler Handkraft“ S_{HF} von 50 daN über das Spannelement in die Zurrkette eingebracht werden kann (Abb. 149).

Abb. 149



Bezeichnung einer Rundstahlkette der Güteklasse 8 von Nenndicke d = 10 mm und Teilung t = 30 mm

Kette DIN EN 818 - 2 - 8 - 10 x 30

Abb. 150

Spindelspanner kommen am häufigsten als Spannelement zum Einsatz, ob nun fest oder auswechselbar mit der Kette verbunden. Sie dürfen sich in gespanntem Zustand nicht selbsttätig lösen. Auch wenn sich ein selbsthemmendes Gewinde im Spanner befindet, sollte der Spannhebel zusätzlich, z.B. mit einer speziellen Sicherungskette oder sonstigen Maßnahmen, gegen Lösen gesichert werden können.

An Spindelspannern und Spannschlössern muss sich eine Ausdrehsicherung befinden, die bewirkt, dass in der größten geöffneten Stellung noch so viel der Gewindespindellängen im Spanner verbleibt, dass die zulässige Zugkraft gewährleistet ist.

Verbindungselemente gibt es in verschiedenen Ausführungen, z. B. zur auswechselbaren Verbindung mit den Ketten. Die meisten Zurrketten sind nach einem „Baukastensystem“ zusammengesetzt, was bedeutet, dass schwächere oder stärkere Bauteile wegen ihrer Formgebung nicht in das vorhandene System hineinpassen.

Verbindungs- und Verkürzungsteile müssen eine Vorrichtung gegen unbeabsichtigtes Lösen haben (DIN EN 12 195-3).

Achtung:

Haken, die zur Kettenverkürzung eingesetzt werden (Kettenverkürzungshaken) müssen eine Auflagefläche für die Kettenglieder besitzen.

Dadurch wird, wie auch bei den Kettenverkürzungsklauen, gewährleistet, dass die einzelnen Kettenglieder nicht auf Biegung beansprucht werden (Abb. 150a).

Haken ohne Auflagefläche schwächen die Kettenfestigkeit um mehr als 20 %

Zurrketten, dreidimensional beweglich, robust und verschmutzungsunempfindlich, sind als Hilfsmittel zur Ladungssicherung aus Schwertransportbetrieben nicht mehr wegzudenken. Auch in anderen Bereichen, in denen schwere Ladegüter zu befördern sind, z.B. beim Transport von Betonteilen oder Holzstämmen, sollten Zurrketten bevorzugt eingesetzt werden, insbesondere hinsichtlich der weitaus höheren Vorspannmöglichkeiten beim Niederzurren. Ist die Zurrkette mittels Kettenverkürzungselement von Hand grob auf ihre vorgesehene Länge gebracht worden, lassen sich mit Spindelspannern wegen ihrer Gewindeübersetzung weitaus höhere Vorspannkräfte auf das Ladegut aufbringen, als dies z.B. mittels Ratschen bei Zurrgurten der Fall ist. Günstig ist ebenfalls das geringe Dehnverhalten der hochfesten Ketten, welches beim Erreichen der zulässigen Zugkraft nur ca. 1% beträgt. Nach Entlastung geht die Kette wieder in ihre Ausgangslänge zurück. Bis zur Bruchgrenze dehnt sich eine derartige Kette bis ca. 20%. Das bedeutet insofern eine zusätzliche Sicherheit, da im Ausnahmefall (Fahrzeugunfall) die Bewegungsenergie der Ladung durch die Kette positiv abgebaut wird. In Zweifelsfällen, ob zur Ladungssicherung Zurrgurt, Zurrdrahtseil oder Zurrkette eingesetzt werden soll, dürfte die Entscheidung für die Zurrkette immer die Richtige sein. Wenn der Anschaffungspreis auch höher als bei anderen Zurrmitteln liegt, macht sich der Mehrpreis bei guter Zurrkettenqualität im Endeffekt bezahlt.

Abb. 150a

Auch Zurrketten sind mit GS-Zeichen erhältlich.

✻ Mehrzweck-Kettenzüge

Mehrzweck-Kettenzüge, auch bekannt unter der Bezeichnung Hubzüge, sind auch als Zurrketten einsetzbar, entweder für sich allein oder nur als Spannelement in Zurrketten-, Zurrdrahtseil- oder Zurrgurtsystemen. Voraussetzung ist, dass der Kettenzug mit einer hochfesten Rundstahlkette gemäß DIN 5684 Teil 3 (künftig DIN EN 818-7) ausgestattet ist.

Mehrzweck-Kettenzüge mit Lamellenketten (Fahrradketten) sind als Zurrmittel zur Ladungssicherung ungeeignet.

Bei Mehrzweck-Kettenzügen gilt als zulässige Zugkraft die Belastungsangabe, mit der das Gerät gekennzeichnet ist, auch wenn sich diese Angabe auf das Heben von Lasten (Hubkraft) bezieht. Hier gilt:
Hubkraft = zulässige Zugkraft!

✻ Zurrdrahtseile

Zurrdrahtseile, die immer seltener als Hilfsmittel zur Anwendung kommen, werden üblicherweise nur noch in Verbindung mit am Fahrzeug festmontierten Zurrwinden eingesetzt. Nach VDI 2701 ist auf den Kennzeichnungsetiketten von Zurrdrahtseilen neben den bereits auf Seite 181 erwähnten grundsätzlichen Angaben noch anzugeben:

- Seilnenndurchmesser
- Gütewert des verwendeten Werkstoffes in N/mm², siehe dazu Abb. 151.

Es sind nur Spannmittel = Drahtseile entsprechend den Technischen Lieferbedingungen nach DIN 3051 Teil 4 zu verwenden.

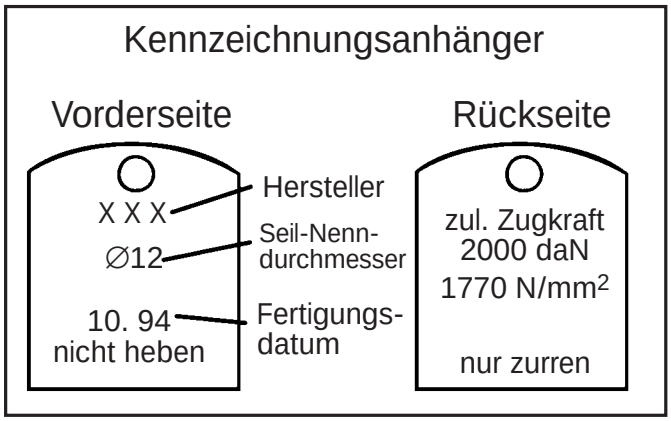


Abb. 151

Als Spannelement werden fast ausschließlich Spannwinde oder Mehrzweck-Kettenzug verwendet (Verbindungselemente siehe Übersicht in Abb. 133). Seilendverbindungen dürfen nur nach den Regeln der Technik hergestellt sein (Spleiß, Flämisches Auge, Pressklemmen). Seilendverbindungen müssen mit einer Kausche ausgestattet sein, wenn sie mit Verbindungselementen gekoppelt werden.

Verlängerungsseile können auch ohne Kausche verwendet werden, wenn der Durchmesser D eines durch die Schlaufe gesteckten Bolzens folgende Bedingungen erfüllt:

- maximal 1/3 h (h = lichte Länge der Schlaufe)
- minimal 3 x Seildurchmesser d.

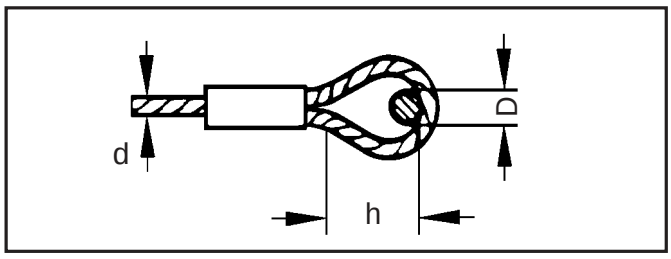


Abb. 152

Die Benutzung von Seilklemmen zur Herstellung von Endverbindungen ist unzulässig!

Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung

Zurrwinden

Zurrwinden, fest mit dem Fahrzeugaufbau verbunden, werden hauptsächlich da eingesetzt, wo hohe Vorspannkräfte zum Niederzurren der Ladung erforderlich sind (Abb. 153). Üblicherweise werden Zurrwinden für das Spannen von Gurtbändern und/oder Drahtseilen eingesetzt.

Aus dem Unfallgeschehen: „Beim Versuch, die Spannwinde zu lösen, schlug mir der Spannhebel ins Gesicht“ oder „Beim Spannen einer Zurrwinde entglitt der Spannhebel meiner rechten Hand, schlug zurück und quetschte mir zwei Finger der linken Hand, mit der ich mich am Fahrzeug abstützte.“

Abb. 153

„Vor dem Lösen der Winde vergaß ich, die Windenkurbel abzunehmen. Beim Aushebeln der Sperrklinke schlug die Kurbel so plötzlich herum, dass ich mich nicht schnell genug aus ihrem Drehkreis entfernen konnte. Ich erlitt Platzwunden im Gesicht, 3 Vorderzähne wurden mir ausgeschlagen."

Schilderungen ähnlicher Art ließen sich beliebig fortsetzen. Mit Sicherheit sind die Unfallursachen in allen Fällen auf den Einsatz von Zurrwinden zurückzuführen, die nicht den Forderungen der Unfallverhütungsvorschrift „Winden, Hub- und Zuggeräte" (BGV D 8) entsprechen, insbesondere den §§ 6 und 22. Danach müssen handbetriebene Winden so eingerichtet sein, dass Kurbeln und Hebel unter Last nicht mehr als 15 cm zurückschlagen können (Rückschlagsicherung). Diese Rückschlagsicherungen (z.B. Sperrklinken) müssen so beschaffen und angeordnet sein, dass Eingriffe ohne Zuhilfenahme von Werkzeug nicht möglich sind. Diese Anforderungen erfüllt z.B. eine einfache auslegbare Sperrklinke, wie in Abb. 154 ersichtlich, nicht.

Abb. 154

Nach § 3 BGV D 8 muss jede Winde mit folgenden Angaben gekennzeichnet sein:

- Hersteller
- Baujahr
- Windentyp
- Fabrik-Nr.
- zulässige Belastung.

Es werden diverse Zurrwinden angeboten, die den Forderungen der BGV D 8 in allen Belangen entsprechen, vielfach

mit selbsthemmenden rückschlagfreien Schneckengetrieben (Abb. 155).

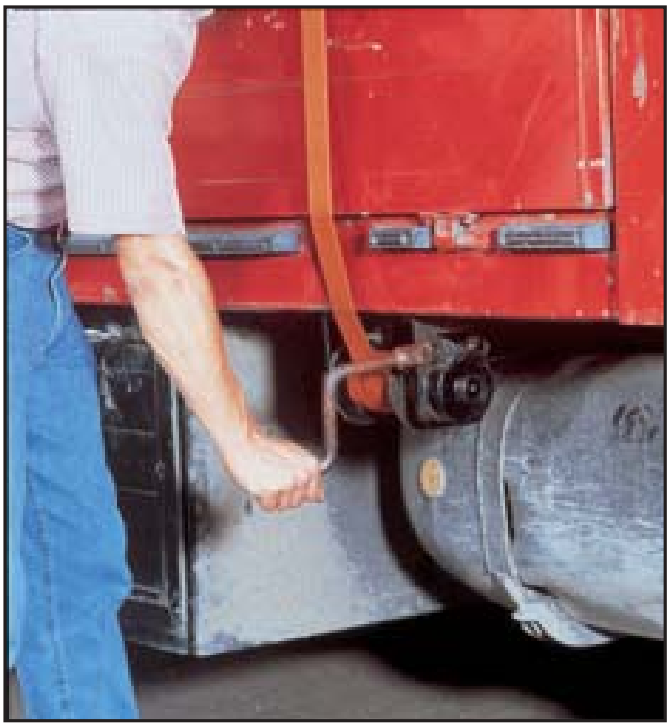


Abb. 155

Für jeden Fahrer sollte es eine Selbstverständlichkeit sein, bei niedergezurrter Ladung nach kurzer Fahrstrecke zu halten, um die aufgebrachte Vorspannung in den Zurrmitteln zu überprüfen und dies, je nach Ladegut und Länge der Fahrstrecke, in bestimmten Intervallen zu wiederholen.

Beim Einsatz der in Abb. 156 gezeigten pneumatisch angetriebenen Zurrwinde wäre eine mehrfache Fahrtunterbrechung zur Kontrolle der Verzurrung nicht mehr erforderlich. Die Winde, die über das fahrzeugeigene Druckluftsystem versorgt wird, spannt sich selbsttätig nach. Entsprechend der Höhe der verstellbaren Druckluftzuführung ist die Vorspannkraft der Winde variabel.

Abb. 156

Ganz komfortabel ist die Lösung, wenn der Fahrer im Führerhaus die jeweils vorliegende Vorspannung auf einer Anzeige ablesen kann. Der Eingriff in die Fahrzeug-Druckluftversorgung (Bremsluft) bedarf der Abnahme durch einen amtlich anerkannten Sachverständigen für den Fahrzeugverkehr. Dabei sind die vom Fahrzeughersteller in dessen Aufbaurichtlinien vorgegebenen Kriterien einzuhalten, andernfalls ist dessen ausdrückliche Zustimmung einzuholen.

Ankerschienen mit Zubehör

Hört der Ladungssicherungsfachmann das Wort „Ankerschiene“, hakt er sofort nach und bittet um nähere Definition. Ist es eine Verzurrschiene oder nur eine Zurrschiene, Stäbchen- oder Sprossenleiste, Sperrschiene, Schiene mit Oval-, Rund- oder gar Schlüsselloch, Schlitz-, Combi- oder die besondere Airline-Zurrschiene? Die Aufzählung ließe sich noch fortsetzen, da jeder Hersteller seinen Produkten andere Bezeichnungen verleiht, auch wenn sie mit den Bauteilen anderer übereinstimmen. Da es – wahrscheinlich zum Leidwesen mancher Anwender, deren Fahrzeuge im Fuhrpark mit verschiedenen Systemen ausgerüstet sind – für diese Ausrüstungselemente zur Ladungssicherung noch keine Normung gibt, sollen diese Produkte hier nur mit dem Sammelbegriff „Ankerschienen“ bezeichnet werden. Ankerschienen lassen sich waagerecht und senkrecht in beliebigen Abständen in Fahrzeugaufbauten, ob in Bordwände oder Kofferaufbauten, versenken. Ebenso ist die Verlegung in Ladeflächen und Decken von Kofferaufbauten längs und quer möglich. U-förmige Ankerschienen lassen sich sogar auf die Oberkante von Bordwänden aufsetzen.

Abb. 157: Teleskopstange

Da diese Ankerschienen alleine nutzlos sind, werden entsprechende Zubehörteile angeboten, wie z.B. runde und eckige Sperr- oder Ladebalken, Teleskopstangen (Abb. 157), Zurrgurtsysteme mit den verschiedensten Verbindungselementen, Klemmbalken und Zwischenwandverschlüsse, die beiden letzteren z.T. unabhängig von Ankerschienen, da sie sich selbst durch Kraftschluss halten sollen. All diese Einrichtungen sind zu

Abb. 158: Ankerschienen mit Klemmvorrichtungen für Rollbehälter

begrüßen und in ihren vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten zur Sicherung bestimmter Ladegüter nicht mehr wegzudenken. Man sollte sich jedoch darüber im Klaren sein, dass sich diese Systeme überwiegend zur formschlüssigen Sicherung verhältnismäßig leichter Ladegüter eignen. Zulässige Belastungsangaben fehlen fast immer.

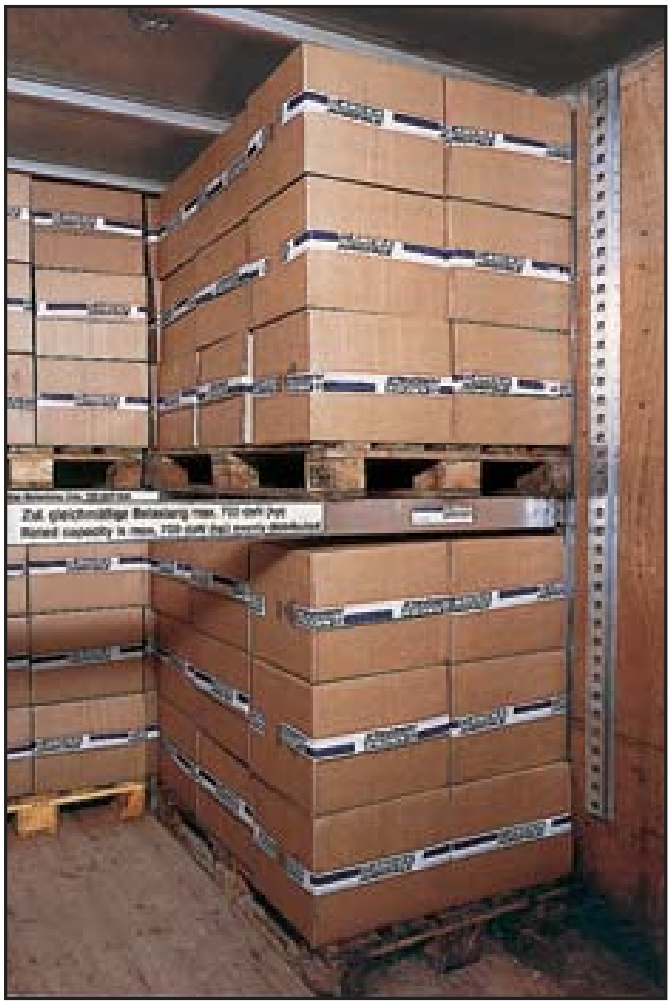


Abb. 159: Ankerschienen mit Ladebalken

Was nützt es, wenn z.B. auf einem Ladebalken (Abb. 159) steht „Zulässige gleichmäßige Belastung max. 700 daN“? Hält das auch die Ankerschiene? Von ihrer alleinigen Stabilität her sicher, aber hält auch die Ankerschienenverbindung in der in Leichtbauweise ausgeführten Kofferaufbauwand?

Hält die Ankerschiene auch ein von Seitenwand zu Seitenwand gespanntes Zurrgurtsystem (zul. Zugkraft 1500 daN) aus, mit dem die Ladung formschlüssig gesichert werden soll? Natürlich weiß der Fachmann, dass nicht direkt von Wand zu Wand gespannt werden darf, da der Aufbau dann „hohle Wangen“ bekommt. Selbstverständlich muss über Umlenkungen des Zurrgurtes so gespannt werden, dass die Ankerschienen in ihrer Längsrichtung die Belastungen aufnehmen. Aber wie hoch ist diese Belastbarkeit? Bis es anfängt zu knistern? Dann ist es meist zu spät!

Ähnlich verhält es sich mit den zuvor schon angesprochenen, nur bei Fahrzeugen mit Bordwänden einsetzbaren Zwischenwandverschlüssen (Abb. 160–161) und Klemmbalken (Abb. 162), die

Abb. 160: Zwischenwandverschluss

allein durch Kraftschluss, d.h. durch ihre Klemmkraft die Ladung sichern sollen. Beim Einsatz mehrerer längs und quer miteinander verbundener Zwischenwandverschlüsse lassen sich Ladefächer verschiedener Größe bilden (Abb. 161). Durch die hierbei gegenseitige Unterstützung ist mit einer ausreichenden Stabilität der Hilfsmittel zu rechnen. Was aber hält ein Zwischenwandverschluss alleine, die richtige

Einstellung der Klemmbacken bezüglich der Bordwandstärke vorausgesetzt? Nach Möglichkeit sind allein eingesetzte Zwischenwandverschlüsse dicht an andere Aufbauteile (Rungen) heranzuführen, damit nicht nur der Kraftschluss der Klemmbacken, sondern auch Formschluss durch die zusätzliche Abstützung stattfindet.

Abb. 161: Durch mehrere Zwischenwandverschlüsse unterteilter Laderaum

Noch vager ist der Einsatz von Klemmbalken, die allein durch Spannen eines Federsystems entweder senkrecht zwischen Ladefläche und Aufbaudach oder waagerecht zwischen den Wänden mit ihren mit Gumminoppen versehenen Druckplatten festgeklemmt werden (Abb. 162). Schon manchem Fahrer ist ein derartiger Klemmbalken, der sich während der Fahrt gelöst hatte, beim Öffnen der Laderaumtür auf den Kopf gefallen. Klemmbalken sollten nur dann zum Einsatz kommen, wenn die Druckplatten zusätzlich mit Profilierungen oder Zapfen versehen sind, die in Gegenprofilierungen oder Öffnungen vorhandener Ankerschienen eingesetzt werden. Zumindest wären sie dann sowohl form- als auch kraftschlüssig gesichert, eine Angabe für die zulässige Belastung fehlt dennoch.

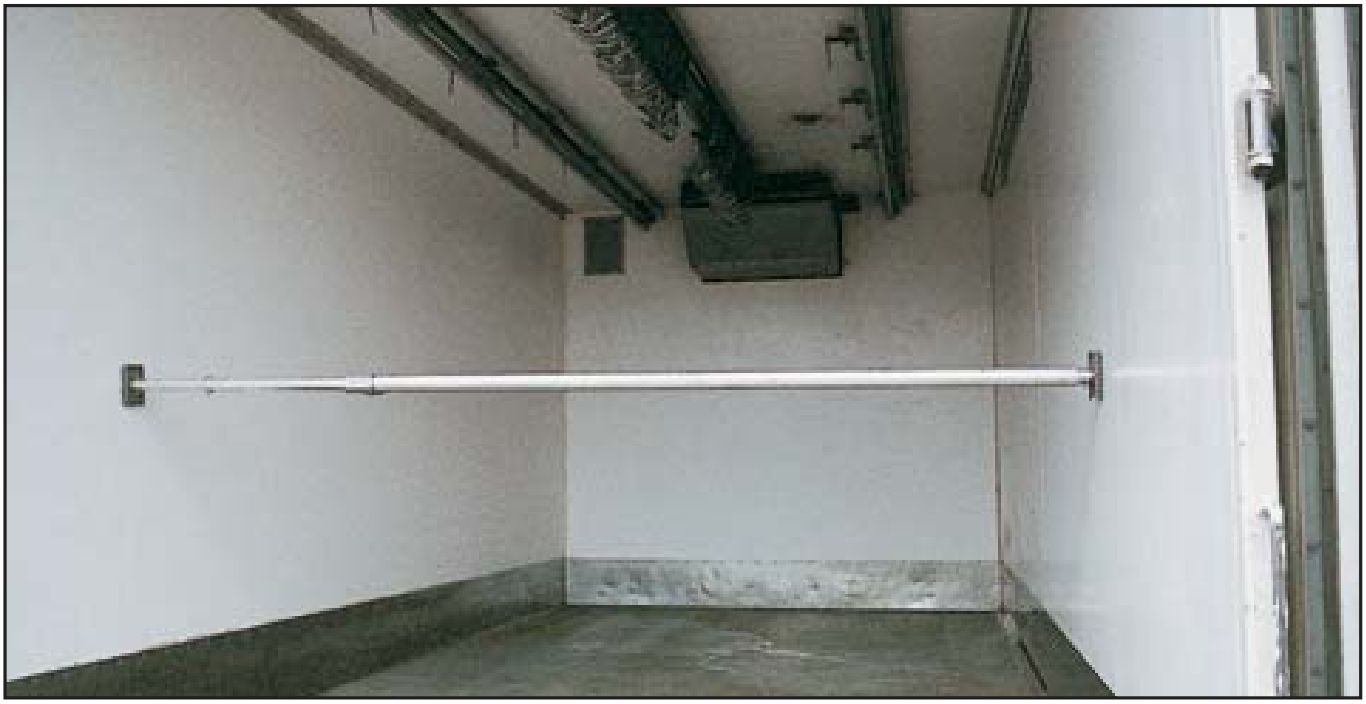


Abb. 162: Klemmbalken in Kühlfahrzeugaufbau

Trennwände, ob nun verschiebbar über ein Rollensystem (z.B. in Kühlfahrzeugen), versetz- und hochklappbar durch Einklinken in Ankerschienen (Abb. 163) oder fest fixiert an den Rungen (Abb. 164), erfreuen sich zunehmender Beliebtheit. Leider werden auch hier seitens der Fahrzeugindustrie kaum Angaben über die Belastbarkeit derartiger Trennwände in eingebautem Zustand gemacht. Zur Sicherung verhältnismäßig leichter bzw. großvolumiger Ladegüter, die ganzflächig an eine derartige Trennwand herangestaut werden, mögen die Konstruktionen ausreichen. Es müsste aber doch möglich sein, dem Anwender klare zulässige Belastungsangaben für das jeweilige Gesamtsystem bekanntzugeben, wobei es ja nicht auf 10 daN ankommen soll.

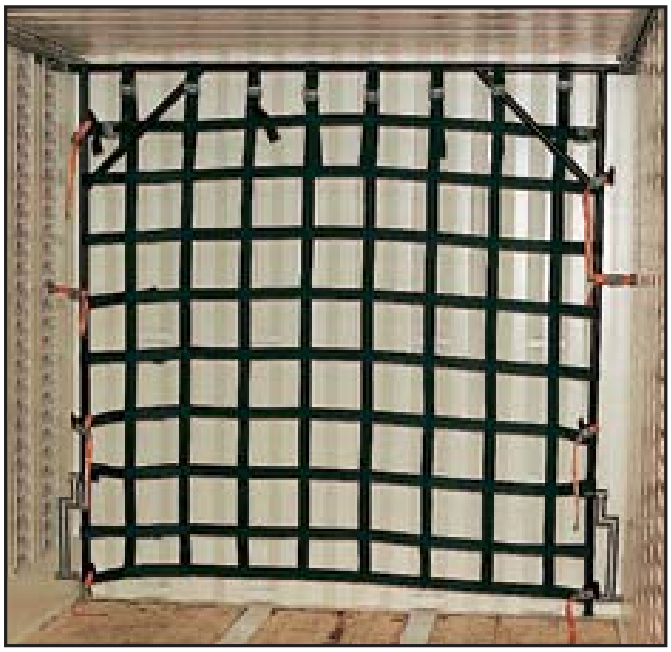


Abb. 163

Abb. 164

Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung

Lochschienen

Lochschienen, in die Ladefläche versenkt, bieten hervorragende Ladungssicherungsmöglichkeiten. Man kann direkt ins Schwärmen geraten, wenn man

Abb. 165

Fahrzeuge mit derartiger Ausrüstung zu Gesicht bekommt, leider noch etwas selten. Ist eine Ladefläche – außer mit Zurrpunkten nach DIN EN 12640 – über ihre Länge mit zwei Lochschienen in Längsrichtung sowie mit quer verlaufenden Schienen in Abständen von ca. 1 m über die gesamte Ladeflächenlänge ausgerüstet, wären die Möglichkeiten zur Sicherung diverser Ladegüter fast grenzenlos. In die Löcher der Schienen lassen sich wahlweise Keile (Abb. 165), quaderförmige Klötze, Abstützwinkel, über die Ladeflächenbreite reichende Sperrbalken oder sonstige Elemente einsetzen. Dazu befinden sich im Lochabstand der Schienen an der Unterseite dieser Elemente zwei oder mehr Zapfen mit Sicherungen gegen unbeabsichtigtes „Heraushüpfen“. Im Innern des Abstützelementes haben diese Zapfen eine Gewindebohrung, durch die eine gelagerte Spindel läuft, die außen z.B. in Sechskantform abschließt.

Mittels Steckschlüssel oder Knarre kann das zuvor so dicht wie möglich an die Ladung herangesetzte Stützelement fest gegen die Ladung herangepresst werden (Abb. 166). Da der „spindelbare“ Weg mindestens einem Lochabstand entspricht, befindet sich nie ein Freiraum zwischen den Abstützmöglichkeiten.

Abb. 166

Je nach Locheinteilung in der Ladefläche lassen sich die Abstützelemente beliebig einsetzen, überwiegend längs und quer zur Fahrtrichtung. Wird bei Keilen ein Stück der unteren Auflaufseite abgeschnitten, können sie, wenn eine ausreichende Höhe der Schnittfläche vorliegt, zur formschlüssigen Sicherung von x-beliebigen Ladegütern verwendet werden, bei Gütern in Rollenform sowohl gegen Verrollen als auch gegen Verrutschen (Abb. 167).

Die Haltekraft einzelner Elemente wird von Aufbauherstellern mit Werten zwischen 2000 und 2500 daN angegeben. Sind jetzt die Eckpfosten der Stirnwand des Pritschenaufbaus noch mit zusätzlichen Zurrpunkten ausgerüstet (wenn Stirnwandhöhe so hoch wie Führerhaus jeweils 4 – 5 Zurrpunkte übereinander), um Ladung mit hohem Schwerpunkt horizontal verzurren zu können, könnte man diesen Aufbau mit derartigen Ladungssicherungseinrichtungen fast mit der „eierlegenden Wollmilchsau“ vergleichen.

Abb. 167

Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung

Ladegestelle

Ladegestelle auf Fahrzeugen sind z.B. A-Böcke oder Gestelle in sonstiger, einem bestimmten Ladegut zur sicheren Verstauung angepasster Form.

Ladegestelle allein sind so auf der Ladefläche zu sichern, dass sie weder verrutschen noch kippen können. Am häufigsten dienen derartige Gestelle der Aufnahme von flächenförmigen, auf schmaler Standbasis stehenden Ladegütern (z.B. Betonplatten, Verschlägen mit Glasscheiben). Der Einsatz von einzelnen A-Bockelementen, die auf der Ladefläche stehend vor der Beladung festgehalten werden müssen (Abb. 168) und erst ihre Standsicherheit durch das verbindende Ladegut erhalten sollen, ist unzulässig. Hochbeladene Ladegestelle sollten bevorzugt auf Tiefladefahrzeugen transportiert werden, um den Gesamtschwerpunkt des beladenen Fahrzeugs so niedrig wie möglich zu halten.

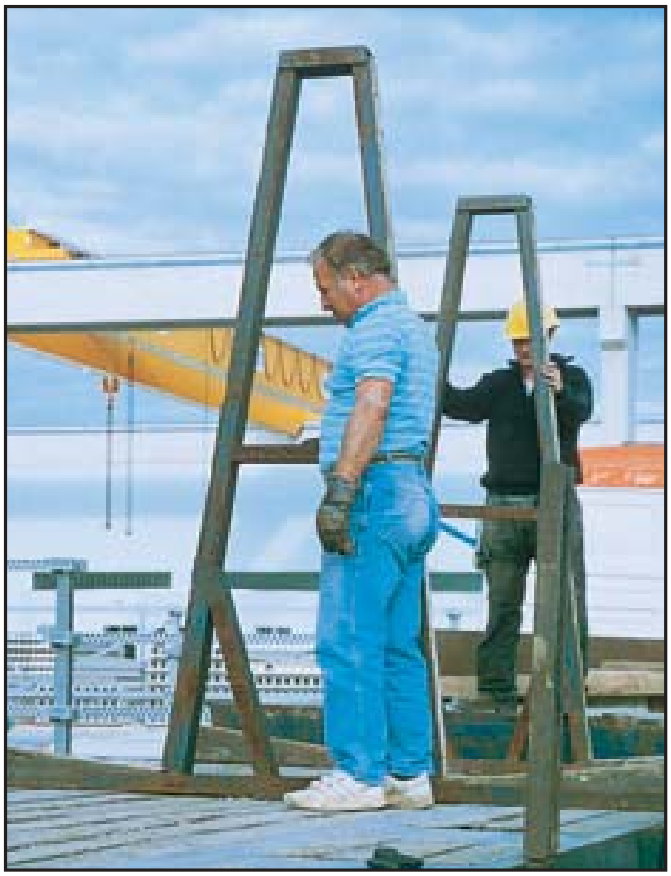


Abb. 168

Mulden oder Wannen in der Ladefläche dienen hauptsächlich der Festlegung von Gütern in Rollenform, bekannt geworden durch die Coil-Mulden (Abb. 169). Erforderliche Abmessungen dieser Mulden, die sich überwiegend in Längsachse der Ladefläche befinden, siehe Abschnitt „Güter in Rollenform“ (Seite 157) sowie Abschnitt 3.3. VDI 2700.

Abb. 169

Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung

Rutschhemmende Unter- und Zwischenlagen

Rutschhemmende Unter- und Zwischenlagen sollen die Reibungskräfte zwischen Ladefläche und Ladung oder zwischen einzelnen Ladungsteilen erhöhen. Diese Sicherungsart kann sowohl kraftschlüssig (RH-Matten) als auch formschlüssig (Zinkenbleche) wirken. Selbst Ladeflächen in rutschhemmender Ausführung, z.B. Kunststoffböden mit Korundeinstreuung oder profilierte Alu-Böden, werden angeboten. Die bekannteste Möglichkeit der Reibungskrafterhöhung dürfte zur Zeit in der Nutzung von rutschhemmenden Matten liegen.

✻ Rutschhemmende Matten (RH-Matten)

Der Aufwand zur Durchführung einer Ladungssicherung hängt in entscheidendem Maße von der Reibungszahl μ ab. Die im Kapitel „Physikalische Grundlagen zur Ladungssicherung“ angeführten niedrigen Reibungszahlen μ = 0,2 bzw. 0,1 bedeuten in der Praxis einen oft immens hohen Aufwand bei der Ladungssicherung, insbesondere beim Niederzurren. Hinzu kommt noch die vielfach vorhandene Unsicherheit („Was habe ich denn nun für einen Wert?“). Ziel muss deshalb sein, diese Reibungszahlen zu erhöhen und ihre Auswahlkriterien zu vereinfachen.

In der Vergangenheit wurde versucht, durch Zwischenlagen zwischen Ladegut und Ladefläche oder direkt zwischen den Ladegütern in Form von alten Schläuchen oder abgelegten Förderbändern aus Gummi eine Verbesserung zu erzielen. Da jedoch auch hier die Reibungszahlen unbekannt waren und nur „nach Gefühl“ abgeschätzt werden konnten, wurde nach geeigneteren Materialien gesucht. Seit einiger Zeit sind so genannte „Rutschhemmende Matten“ („RH-Matten“, „Anti-Rutsch-Matten“) im Handel, die je nach Ladefläche und/oder Ladegut – z.B. bei der Sicherung von Blechpaketen (Abb. 170) – zu einer deutlichen Steigerung der Reibungszahlen führen.

Abb. 170: Streifen rutschhemmender Matten auf der Ladefläche zur Sicherung von Blechpaketen

In ersten Veröffentlichungen übertrafen sich jedoch einige Anbieter in den Angaben über die Reibungszahlen ihrer Produkte. Aus diesem Grund haben verschiedene Hersteller und Verbände in Zusammenarbeit mit dem Fachausschuss „Verkehr“ Vorgaben für die rutschhemmenden Matten erarbeitet, die einen einheitlichen Standard und somit auch mehr Sicherheit für den Anwender gewährleisten sollen.

Demnach müssen die Matten folgende Anforderungen erfüllen:

- mindestens 8 mm stark (dick)
- ausreichend beständig gegen Chemikalien (z.B. Öle, Fette, Korrosionsschutzmittel) und UV-Strahlung (Sonnenlicht)
- konkrete Eindruck- und Reißfestigkeit
- Gleitreibungszahl μ von mindestens 0,4 ($\mu \geq 0{,}4$) unter genau definierten Verhältnissen.

Derartige, von einer neutralen Stelle geprüfte Matten dürfen mit dem Zeichen dieser Prüfstelle versehen werden und tragen darüber hinaus eine zusätzliche Kennzeichnung, wenn die Reibungszahl deutlich über dem geforderten Mindestwert μ von 0,4 liegt, z.B. bei $\mu = 0{,}6$. Dies macht die Reibungszahl zu einer für den Anwender fest kalkulierbaren Größe – unabhängig davon, ob der Lkw-Boden aus Holz oder Stahlblech besteht, ob er trocken („besenrein“) oder nass ist.

Die Reibungszahl μ von mindestens 0,4 erscheint zwar auf den ersten Blick nicht hoch. Näher betrachtet bedeutet sie jedoch eine erhebliche Erhöhung der Standardwerte ($\mu = 0{,}1$ bzw. 0,2) um mehr als den Faktor 4 bzw. 2. Zur Verdeutlichung soll die Übertragung der im Kapitel „Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte“ für das Niederzurren zugrunde gelegten Verhältnisse dienen:

Einrichtungen und Hilfsmittel zur Ladungssicherung

Rutschhemmende Unter- und Zwischenlagen

Für 0,8 x F_G: Erforderliche Mindestvorspannkräfte Z pro 1000 kg Ladungsgewicht (Masse) in Abhängigkeit von der Reibungszahl μ						
μ	bei α = 90°		bei α = 60°		bei α =45°	
0,1	3500 daN (kg)	100 %	4041 daN (kg)	100 %	4950 daN (kg)	100 %
0,2	1500 daN (kg)	43 %	1732 daN (kg)	43 %	2121 daN (kg)	43 %
0,3	833 daN (kg)	24 %	962 daN (kg)	24 %	1179 daN (kg)	24 %
0,4	500 daN (kg)	14 %	577 daN (kg)	14 %	707 daN (kg)	14 %

Abb. 171

Anhand der Werte aus Abb. 171 ist zu erkennen, dass z.B. eine Erhöhung der Reibungszahl μ von 0,1 auf 0,4 die erforderliche Mindestvorspannkraft Z auf nur noch 14 % des ursprünglich notwendigen Wertes verringert. Dies ist völlig unabhängig vom Vertikalwinkel α.

Somit besteht die Möglichkeit, beim Einsatz von rutschhemmenden Matten die Maßnahmen zur Ladungssicherung erheblich zu reduzieren. Einen gänzlichen Verzicht auf andere Sicherungsarten wird es jedoch nicht geben, denn der Wert μ = 0,4 erreicht nicht die Massenkräfte von 0,8 x F_G in Fahrtrichtung und 0,5 x F_G zu den Seiten sowie nach hinten (siehe Kapitel „Berechnung der erforderlichen Sicherungskräfte“, Seite 48).

Darüber hinaus besteht selbst bei einem höheren μ-Wert die Gefahr, dass die Ladung

- kippt, insbesondere bei „nicht standfesten Gütern“,
- bei starken Fahrbahnunebenheiten kurzfristig „abhebt“ und auf der Ladefläche „wandert“.

Merke: Nie auf „rutschhemmende Matten“ als alleinige Sicherung verlassen !

✻ Zinkenbleche

Zinkenbleche sind im allgemeinen runde oder rechteckige Metallplatten (Abb. 172), deren Spitzen (Zinken) am Umfang wechselseitig um 90° umgebogen sind. Sie sollen eine formschlüssige Verbindung zwischen übereinandergelegten Holzflächen erzeugen, z.B. zwischen Holzladefläche und Holzpaletten oder zwischen Ladegütern. Um das vollständige Eindringen der Zinken in die Hölzer zu gewährleisten, denn nur dann wird die Sicherung wirksam, sind hohe Eindrückkräfte erforderlich. Um diese Kräfte zu erreichen, werden z.B. bei der Beladung durch Kran oder Gabelstapler die Ladegüter kurz vor dem Erreichen

Abb. 172

der Zinkenbleche schlagartig abgesenkt, um die Bewegungsenergie zum Eindringen der Zinken zu nutzen (Abb. 173). Dringen dabei die Zinken nicht in das Holz ein, sondern werden sie umgebogen, weil die Ladung nicht genau senkrecht auftrifft, lässt sich dieses Missgeschick von außen kaum mehr erkennen. Darum ist Vorsicht geboten. Auch mit nicht vollständig ins Holz ein-

Abb. 173

gedrungenen Zinkenblechen loszufahren (Abb. 174), in der Hoffnung, das endgültige Eindringen würde sich schon durch die Rüttelbewegungen im Fahrbetrieb erledigen, ist leichtsinnig, denn das Unheil kann schon in der nächsten Kurve lauern. Der Einsatz von Zinkenblechen in Harthölzern oder schichtverleimten Holzladeflächen ist abzulehnen.

Abb. 174

Rutschhemmende Unter- und Zwischenlagen

Nur in Verbindung mit weichen Holzarten ist eine zusätzliche Sicherungsmaßnahme mit diesen Zinkenblechen gegeben, wenn auch nur bedingt. So können z.B. beim Niederzurren von Ladungen aus gestapelten Holzpaketen, übereinander gelagerten Holzkisten oder -verschlägen die Zinkenbleche wohl genutzt werden, um damit die erforderlichen Vorspannkräfte der Zurrmittel um ein erhebliches Maß zu reduzieren. Natürlich auch hier nur dann, wenn die Zinken vorher vollständig und beidseitig ins Holz eingedrungen sind.

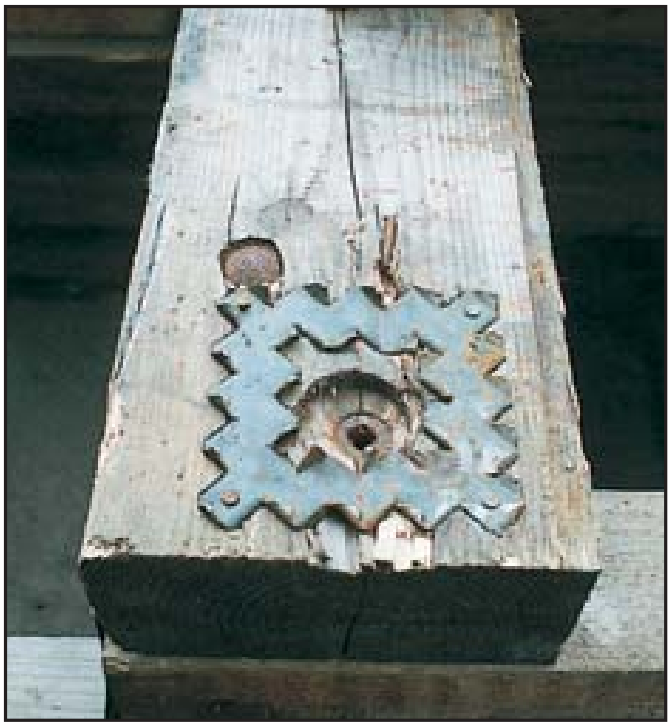


Abb. 175

Eine nochmalige Benutzung solcher Zinkenbleche (Abb. 175), hier mit einem Holzladegestell fest vernagelt, ist unzulässig. Ein Sicherungseffekt wird nicht mehr erreicht.

Um Hohlräume zwischen Laderaumbegrenzung und Ladegut sowie zwischen einzelnen Ladungsteilen zu beseitigen (zum Erreichen einer formschlüssigen Sicherung), wurden schon in der Vergangenheit Füllmittel in Form von Holzwolle, aufgerollter oder gefalteter Wellpappe oder Leerpaletten eingesetzt. Bei größeren Abständen verwendete man sogar ganze zusammengenagelte Holzverschläge.

Heute bieten sich bessere Hilfsmittel an, z.B. Luftsäcke (Airbags) oder Füllmittel aus besonderem, halbhartem Schaumstoff.

✻ Luftsäcke

Luftsäcke (Airbags) gibt es in den verschiedensten Abmessungen. Sie werden über eine spezielle Luftpistole mit einem Druck von 0,1 – 0,2 bar (10 – 20 kPa) je nach Ladegewicht gefüllt (Abb. 176). Bei Nutzung von Luftsäcken sollte unbedingt vorher die dazugehörige Betriebsanleitung studiert werden.

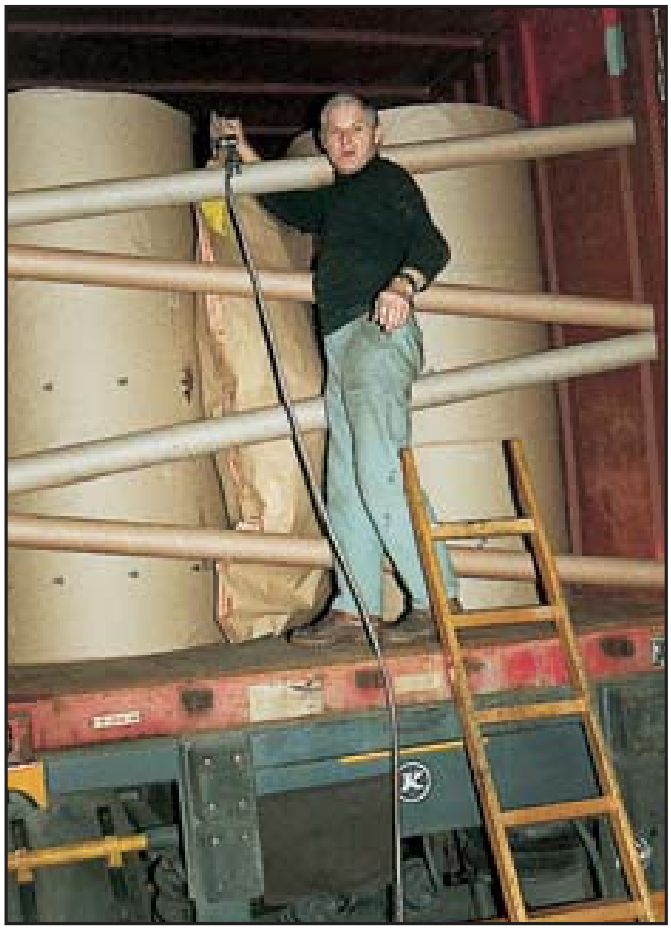


Abb. 176

✻ Schaumstoff-Polster

Schaumstoff-Polster (Abb. 177) werden ebenfalls in den verschiedensten Stärken und Breiten angeboten. Die leichten und robusten Elemente mit druckfester und kratzunempfindlicher Außenhaut können bei Bedarf selbst zugeschnitten werden und sind wiederverwendbar. Beide Füllmittelarten (Luftsäcke und Schaumstoff-Polster) haben neben ihren hervorragenden Eigenschaften als Sicherungsmittel weitere Vorteile gegenüber Holzfüllmitteln: Sie sind erheblich leichter und schonen die Ladung während des Transportes.

Abb. 177

Netze und Planen wurden bereits in anderen Abschnitten abgehandelt (siehe unter „Schüttgüter“, S. 143 und „Austauschbare Ladungsträger ...“, Seite 146). Netze und Planen können jedoch nicht nur zur Sicherung leichter, durch den Fahrtwind wegfliegender Ladungsteilchen genutzt werden, sondern auch zur Sicherung schwererer Ladegüter (Abb. 178) oder Ladeeinheiten.

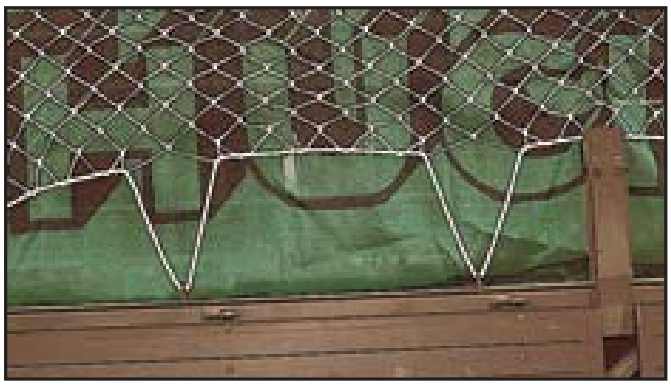


Abb. 178

Abb. 179

Hierbei werden Netze oder auch Planen sowohl zum Niederzurren (Kraftschluss) als auch zum Festhalten (Formschluss) der Ladung genutzt. Abb. 179 zeigt eine Sicherung mit weitmaschiger Netzart, bestehend aus schmalem Gurtmaterial, an den Kreuzungspunkten mit Ringen vernäht und durch Zurrgurte niedergespannt. In Abb. 179a ist eine Planen-Zurrgurt-Kombination zu sehen, die in der Lage ist relativ hohe Kräfte aufzunehmen. In der Dachkonstruktion des Sattelaufliegers sind Gleitschienen integriert, in denen die Zurrplane mit Hilfe von Gummischlingen befestigt ist. Dadurch ist es möglich, die Plane, die sich während des Be- und Entladens unter dem Aufliegerdach befindet, relativ einfach auch über unebene Ladegüter, mit Hilfe der in der Plane vernähten Zurrgurte, zu ziehen. Ein geringerer Zeitaufwand für die Ladungssicherung ist die Folge. Gespannt werden die Zurrgurte mit handelsüblichen Ratschen (Festende) oder auch mit am Aufbau befindlichen Zurrwinden.

Netze und Planen

Abb. 179a

Sicherungsmethoden mit Netzen sind verhältnismäßig selten anzutreffen. Der Grund wird darin liegen, dass eine relativ schwierige Handhabung beim Umgang mit Netzen vorliegt. Aus der Ladung hervorstehende Ecken und Kanten gestalten ein einfaches Überziehen der Netze schwierig. Weiterhin stört die ungleichmäßige Belastung der Netze. Während einige Netzteile unter voller Zugkraft stehen, hängen andere Teile schlaff herab. Viele Zurrmittel und Zurrpunkte wären erforderlich, um ein Netz gleichmäßig zu belasten. Bei Ladungen mit glatter, gleichförmiger und abgerundeter Oberfläche, z.B. in Kugel- oder zylindrischer Form, wäre eine Netzsicherung eher möglich, wenn damit die erforderlichen Sicherungskräfte aufgebracht werden können.

Sowohl die Straßenverkehrsordnung (StVO) als auch die UV V „Fahrzeuge“ (BGV D 29) fordern eine „nicht die Verkehrs- und Betriebssicherheit beeinträchtigende“ Lastverteilung. Was ist darunter zu verstehen?

Es ist allgemein bekannt, dass die den Fahrzeugpapieren zu entnehmende zulässige Nutzlast die maximal mögliche Last ist, mit der ein Fahrzeug beladen werden darf. Weniger bekannt ist die Tatsache, dass diese zulässige Nutzlast nur aufgebracht werden darf, wenn der Schwerpunkt der Ladung in einem bestimmten Bereich der Ladefläche liegt (der Schwerpunkt ist der Punkt, an dem man einen Körper unterstützen muss, wenn er z.B. beim Balancieren im Gleichgewicht bleiben soll).

In der Praxis ist es jedoch meist nicht möglich, den Ladungsschwerpunkt auf die Mitte der Ladefläche oder in den Bereich zu legen, in dem das Fahrzeug seine zulässige Nutzlast hat. Der Ladungsschwerpunkt kann demnach je nach Art des Transportgutes mehr über dem vorderen oder hinteren Bereich der Ladefläche liegen. In beiden Fällen wird die zur Verfügung stehende Nutzlast geringer als die maximal zulässige, da die zulässigen Achslasten nach oben wie nach unten die Grenzen setzen. Zu Unfällen können sowohl Achslastüberschreitungen führen (Schäden an Reifen und Achsen, Beeinträchtigung des Fahr- und Bremsverhaltens), wie auch Achslastunterschreitungen (Beeinträchtigung der Lenkfähigkeit).

Aus diesem Grund errechnet man in Abhängigkeit von den jeweils erforderlichen bzw. zulässigen Achslasten an vielen Stellen der Ladefläche eines bestimmten Lkw die mögliche Nutzlast. Diese Werte werden als Punkte in eine Zeichnung übertragen und untereinander verbunden. Diese so entstandene, graphische Kurve – der so genannte „Lastverteilungsplan“ (LVP) – stellt die Zuordnung der möglichen Nutzlasten zum jeweiligen Abstand von der vorderen Laderaumbegrenzung (Stirnwand) zum Ladungsschwerpunkt dar. Dabei sind im Normalfall waagerecht die Schwerpunktabstände in Metern und senkrecht die Nutzlasten in kg (alternativ auch in Tonnen) angegeben (siehe auch VDI 2700 Blatt 4).

Vielfach entsteht im hinteren Kurvenverlauf des LVP ein Knick an der Schnittstelle der beiden Kurven von zulässiger Hinterachslast und Mindestvorderachslast (siehe Abb. 180 Ⓓ). Ohne Berücksichtigung der Mindestvorderachslast (Angabe in % des Fahrzeugmomentangewichtes) würde die hintere Kurve von oben nach unten dem gestrichelten

Verlauf folgen, der sich allein aus der zulässigen Hinterachslast ergibt (Abb. 180 E).

Wie aus dem beispielhaft für einen dreiachsigen Lkw erstellten Lastverteilungsplan (Abb.180 und 180a) zu erkennen ist, kann die zulässige Nutzlast (Masse) von 11,5 t nur dann ausgenutzt werden, wenn der Ladungsschwerpunkt in dem verhältnismäßig kleinen Bereich von 0,6 m der Ladeflächenlänge platziert wird, nämlich in einem Abstand von 3,1 m bis 3,7 m zur vorderen Ladeflächenbegrenzung. Will man z.B. den Schwerpunkt einer Ladung von 7 t Masse A transportieren, muss ihr Schwerpunkt zwischen 2,4 m B und 4,9 m C liegen.

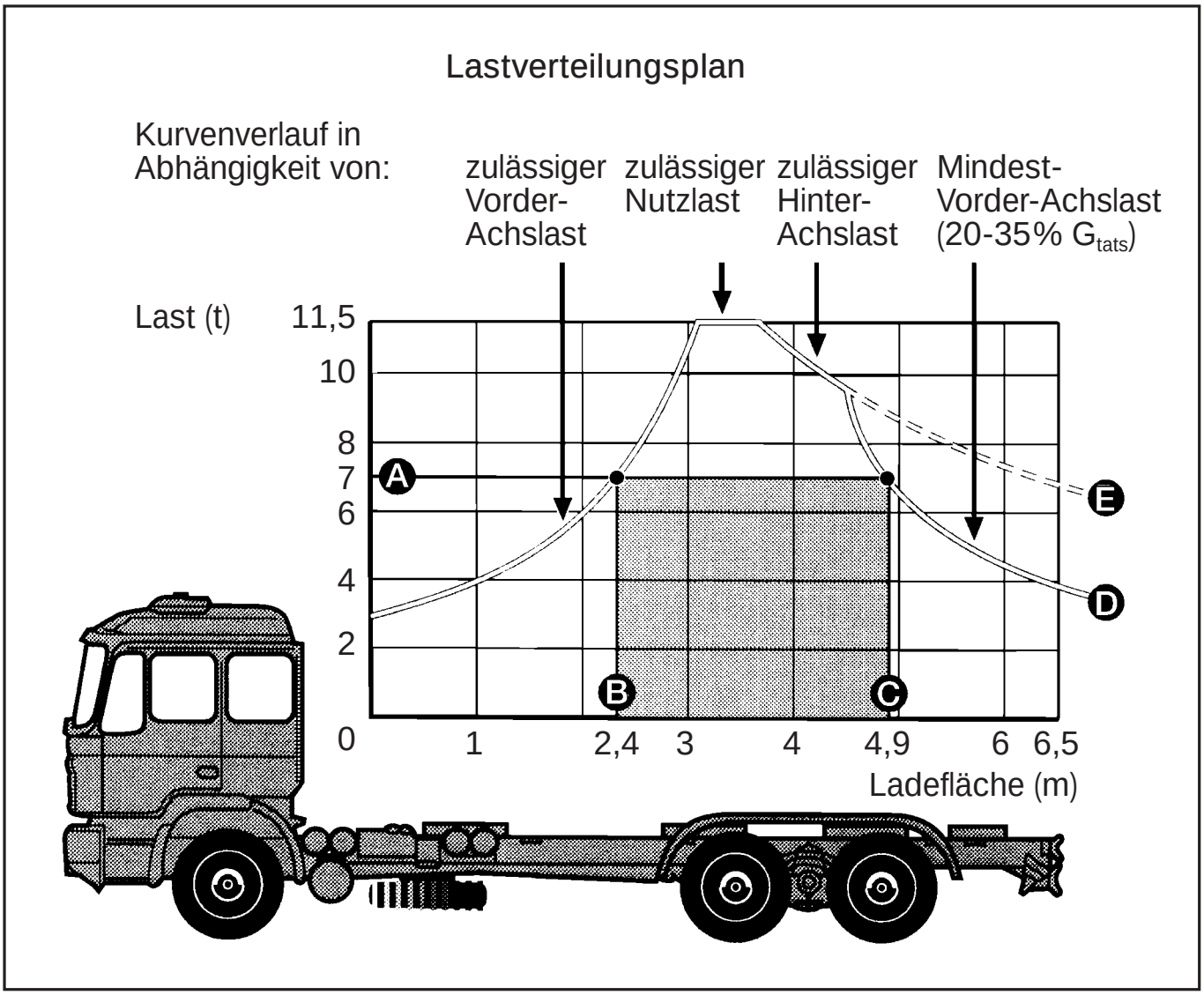


Abb. 180

Daten des Lkw	
zulässiges Gesamtgewicht (zGG) des Fahrzeuges	22,0 t
zulässige Nutzlast (maximale Zuladung)	11,5 t
Fahrzeugleergewicht	10,5 t
Vorderachse unbeladen	4,5 t
Mindestvorderachslast	verschieden*
maximal zulässige Vorderachslast	7,0 t
Hinterachsen unbeladen	2 x 2,0 t
maximal zulässige Hinterachslasten	2 x 8,0 t
Ladeflächenlänge	6,5 m

* Die Mindestvorderachslast errechnet sich aus dem Momentangewicht (G_{tats}) des Fahrzeugs. Bei üblichen Lkw beträgt die Mindestvorderachslast 20–35 % von G_{tats}. Bei o. a. Lkw im Leerzustand sollte sie also ca. 2,1 t (20 % von 10,5 t Fahrzeugleergewicht), voll beladen ca. 4,4 t (20 % von 22,0 t zulässigem Gesamtgewicht) betragen.

Abb. 180a: Daten für den Lastverteilungsplan nach Abb. 180

Die Erkennung der ungefähren Lage des Ladungsschwerpunktes ist bei symmetrischen Körpern meist unproblematisch. Selbst bei einer schweren Maschine ist es relativ einfach, wenn sie mit dem Schwerpunktsymbol – zumindest auf der Verpackung – versehen ist (Abb. 181). Da dies in der Praxis leider nach wie vor äußerst selten der Fall ist, wird man häufig gezwungen, die Schwerpunktlage anderweitig in Erfahrung zu bringen. Die Lage des Schwerpunktes kann für eine korrekte Beladung von entscheidender Bedeutung sein, wie die nachfolgenden Beispiele beweisen.

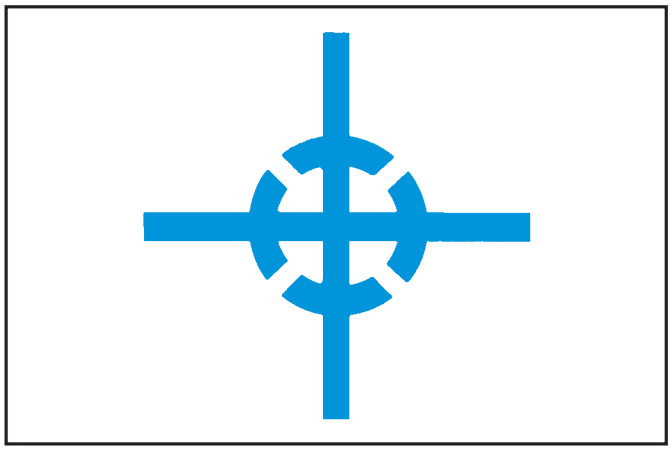


Abb. 181:
Schwerpunktsymbol nach DIN 55 402 Teil 1

Anwendungsbeispiel:

Das in Abb. 182 dargestellte Fahrzeug entspricht dem in Abb. 180. Die geladene Maschine hat ein Gewicht (Masse) von 8 t und eine Gesamtlänge von 6 m. Der Abstand des Schwerpunktes S zur vorderen Laderaumbegrenzung (Stirnwand) beträgt 1,9 m. Darf die Maschine, wie dargestellt, auf dem Lkw befördert werden?

Anhand des in Abb. 180 dargestellten Lastverteilungsplans ist festzustellen, dass bei einem Abstand des Schwerpunktes S von 1,9 m zur Stirnwand die Maschine höchstens eine Last (Masse) von ca. 5,8 t haben dürfte. Was tun, wenn der Auftrag doch abgewickelt werden soll, ohne mit dem Gesetz in Konflikt zu kommen? Zwei Möglichkeiten bieten sich an:

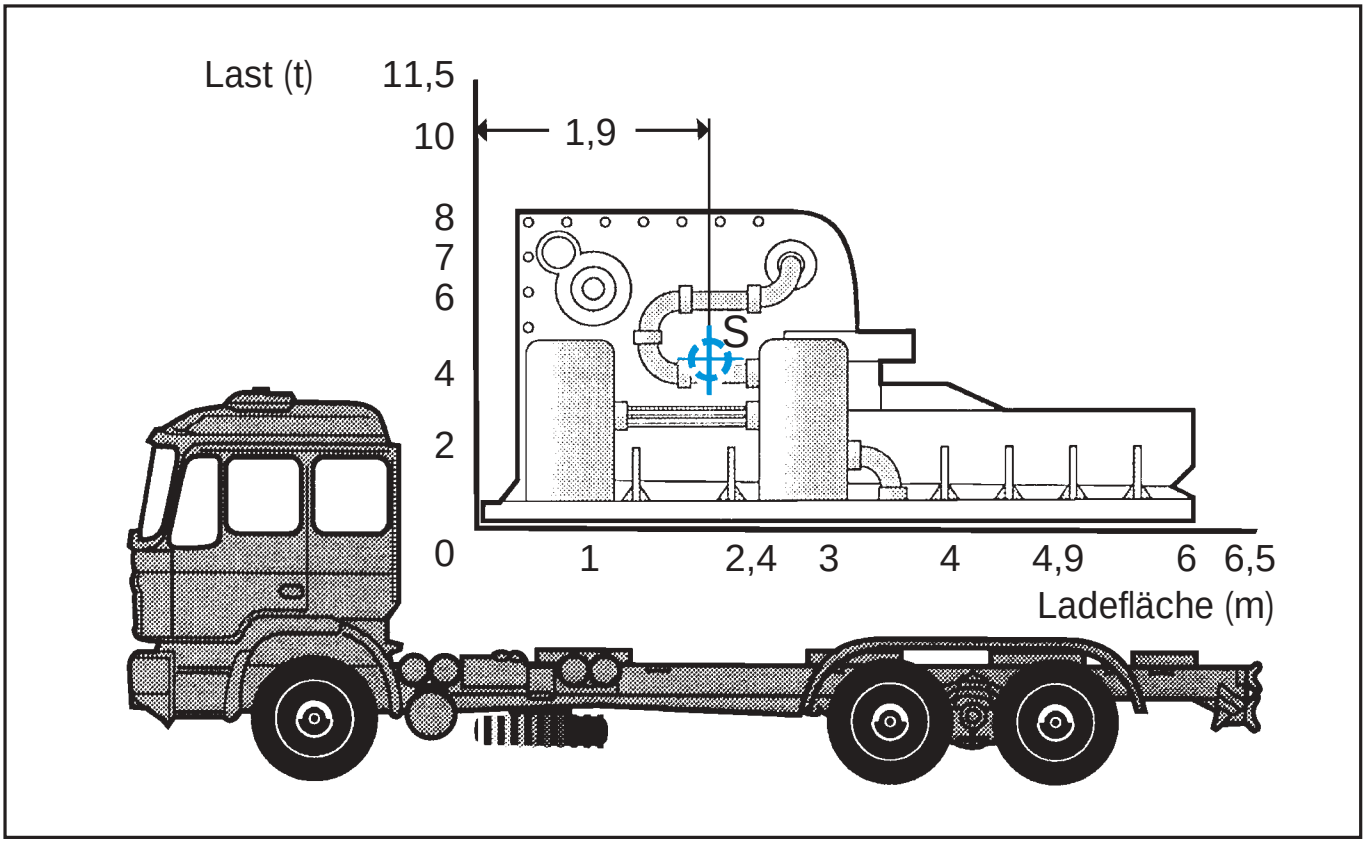


Abb. 182

1. Man setzt die Maschine – wie in Abb. 183 dargestellt – um 0,6 m nach hinten. Dadurch liegt der Schwerpunkt S in einer Entfernung von 2,5 m zur Stirnwand, wo gemäß des Lastverteilungsplans eine Last (Masse) von 8 t möglich ist.

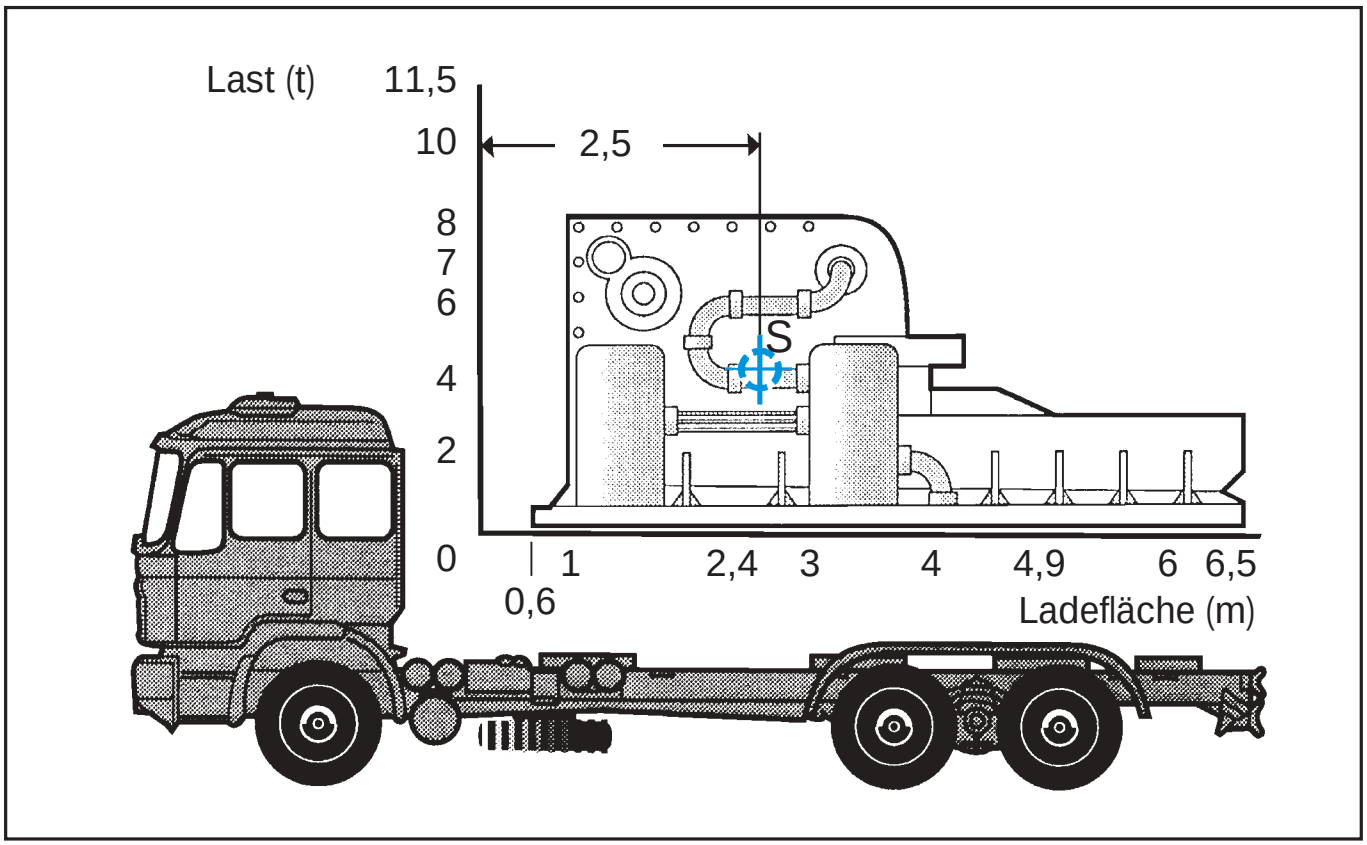


Abb. 183

2. Man dreht die Maschine, wie in Abb. 184 dargestellt. Dadurch liegt ihr Schwerpunkt S in einem Abstand von 4,1 m zur Stirnwand und somit in einem Bereich der Ladefläche, wo eine Nutzlast von 10,4 t zulässig ist.

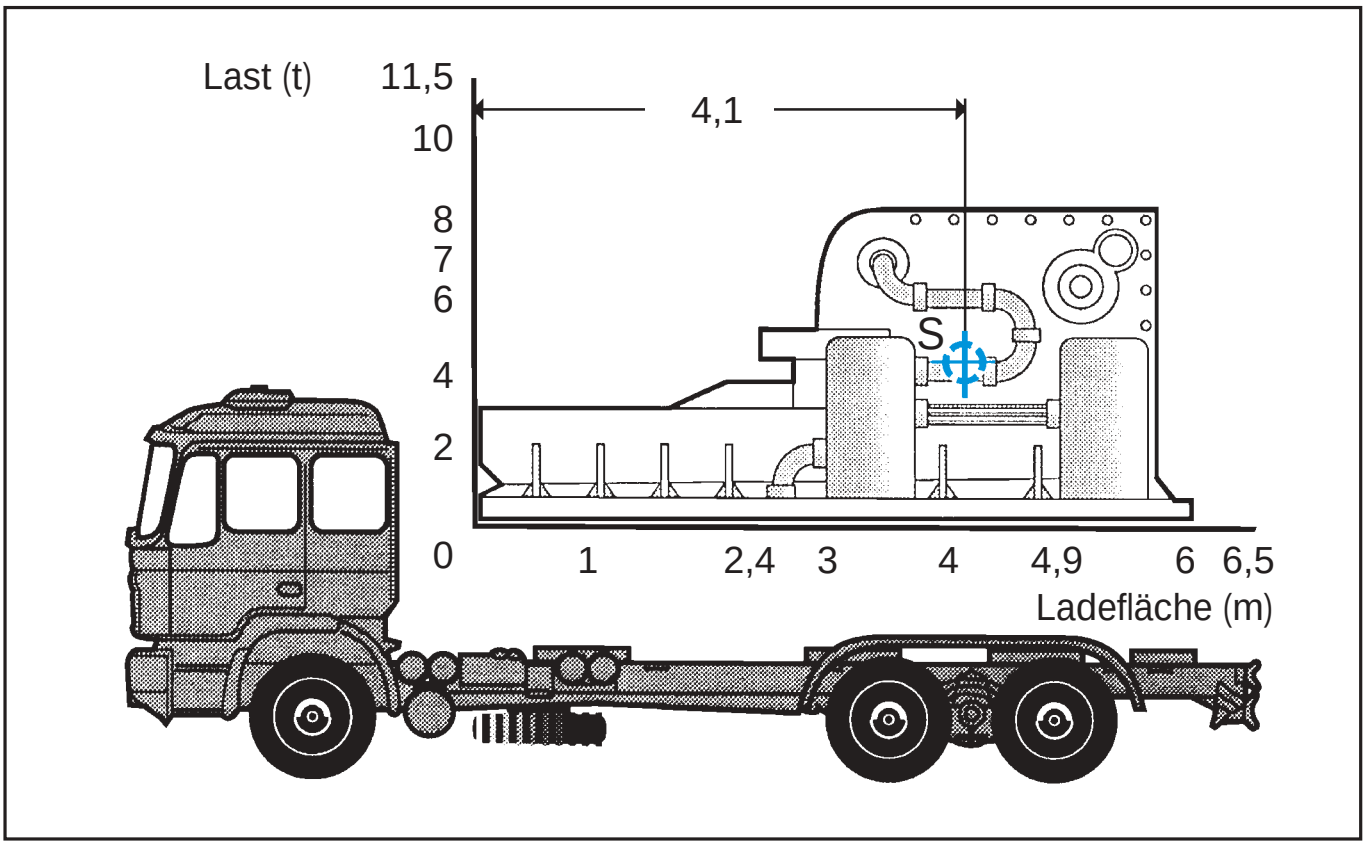


Abb. 184

Mehr Probleme bereitet jedoch der Transport von Ladung, die aus mehreren Teilen verschiedenster Dimensionen besteht. Hier ist der „Gesamtschwerpunkt“ – der Fachmann spricht vom „resultierenden“ Schwerpunkt – zu ermitteln. Diese Ermittlung soll anhand des folgenden Beispiels erläutert werden:

Auf einem Lkw sollen drei Kabeltrommeln unterschiedlicher Größe transportiert werden (Abb. 185). Wo liegt der Gesamtschwerpunkt der Ladung?

Der Gesamtschwerpunkt wird mit der Formel

$$S_{res} = \frac{m_1 \cdot S_1 + m_2 \cdot S_2 + m_3 \cdot S_3 + \ldots}{m_1 + m_2 + m_3 + \ldots}$$

ermittelt; dabei ist

- m: das Stückgewicht (Masse) des jeweiligen Ladegutes in [kg] oder [t]
- S: der Schwerpunktabstand des jeweiligen Ladegutes (hier: der Kabeltrommeln) zur Stirnwand in [m]

Die Werte aus Abb. 185 werden in die Formel übertragen (beim Berechnen nicht vergessen: „Punktrechnung geht vor Strichrechnung“!):

$$S_{res} = \frac{1\,t \cdot 0{,}7\,m + 6\,t \cdot 2{,}2\,m + 3\,t \cdot 3{,}9\,m}{1\,t + 6\,t + 3\,t}$$

$$= \underline{\underline{2{,}56\ m}}$$

Somit liegt der Gesamtschwerpunkt der Ladung von 10 t (1 t + 6 t + 3 t) in einem Abstand von 2,56 m zur Lkw-Stirnwand. Überträgt man diese beiden Werte in den Lastverteilungsplan (Abb. 180), so stellt man fest, dass man die Ladung in der Art nicht auf diesem Fahrzeug transportieren darf. Denn bei 2,56 m Entfernung von der Stirnwand wären nur ca. 8 t zulässig. Hier muss – z.B. durch Änderung der Kabeltrommel-Reihenfolge – anders geladen werden, so dass der Gesamtschwerpunkt in einem Abstand von ca. 2,9 m bis 4,2 m zur Stirnwand liegt.

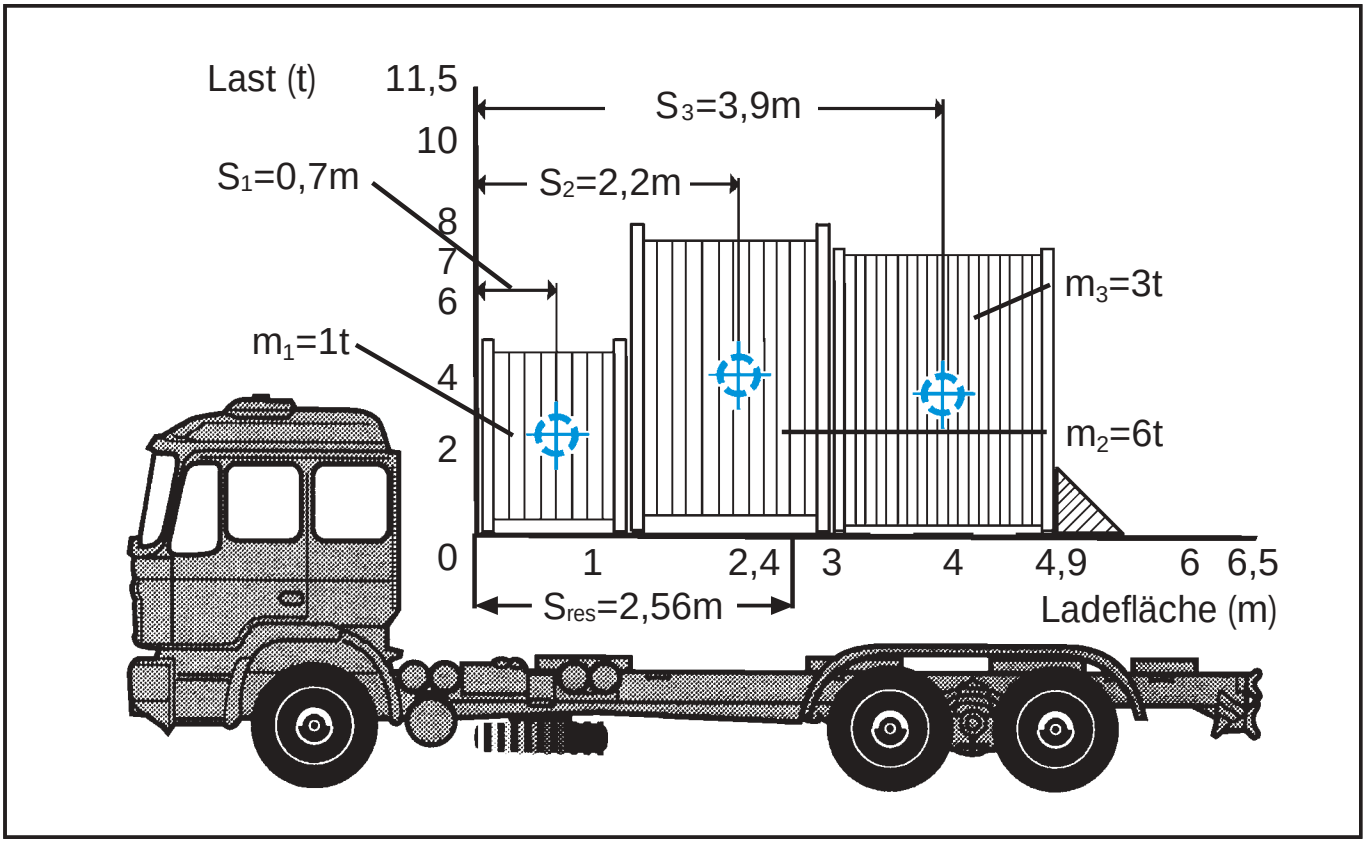


Abb. 185

Es wäre zu begrüßen, wenn Fahrzeug- und Aufbauhersteller nicht nur auf ausdrücklichen Kundenwunsch, sondern serienmäßig für alle Fahrzeuge, bei denen es erforderlich ist, einen Lastverteilungsplan mitliefern würden. Nachträgliche Erstellungen sind auch durch Sachverständigenorganisationen und Verbände möglich. Es sind aber auch schon Computerprogramme erhältlich, mit deren Hilfe sich die Lastverteilungspläne für alle Fahrzeuge des Fuhrparks nachträglich erstellen lassen. Auch die Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen bietet ein entsprechendes Programm auf einer CD-ROM an. Für übliche Lkw, Deichselanhänger, Starrdeichselanhänger und Sattelanhänger lassen sich die Lastverteilungspläne hiermit erstellen. Es ist auch möglich, die Fahrzeuge mit Ladegütern zu beladen, um z. B. den Gesamtschwerpunkt einer Ladung zu ermitteln.

Nicht unbedingt erforderlich ist ein Lastverteilungsplan bei Fahrzeugen für den reinen Schüttguttransport wie z. B. für einen 40 t-Kippsattelzug.

Noch besser wäre es, außen am Fahrzeug in bestimmten Abständen dauerhafte und leicht erkennbare Markierungen über die Zuordnung möglicher Nutzlasten an der entsprechenden Stelle der Ladefläche anzubringen. Dies würde es dem Fahrer erheblich erleichtern, den Verpflichtungen zu einer „nicht die Verkehrs- und Betriebssicherheit bzw. das Fahrverhalten des Fahrzeuges beeinträchtigenden Verteilung der Ladung“ gemäß den genannten Vorschriften nachzukommen.

Hinweis

Werden an einem Fahrzeug Aufbauveränderungen vorgenommen, kann das gravierende Auswirkungen auf den Lastverteilungsplan haben!

(Beispiel siehe Abb. 186 – 187)

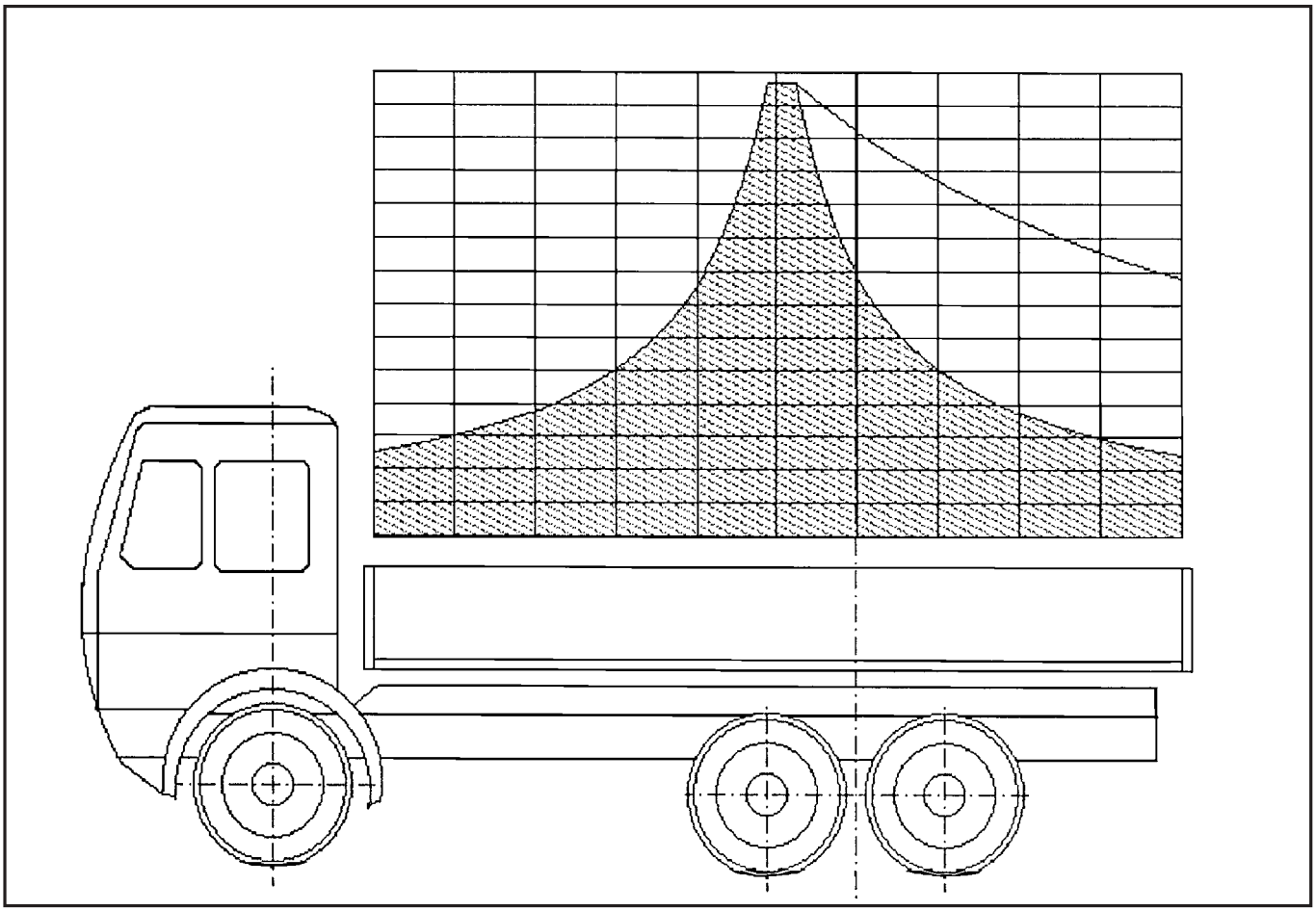


Abb. 186: Lastverteilungsplan für einen Lkw ohne Ladekran

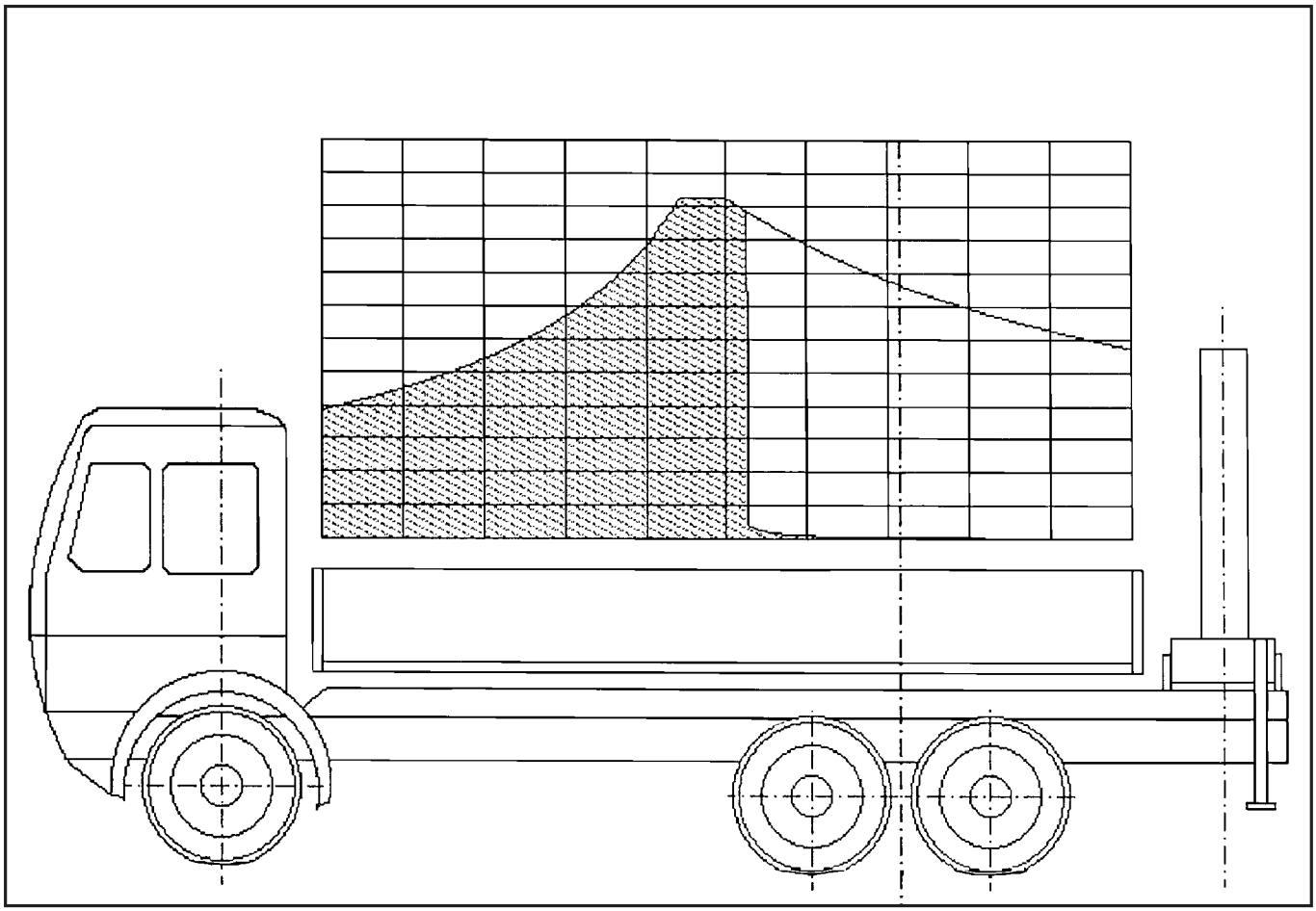


Abb. 187: Lastverteilungsplan für Lkw aus Abb. 186 mit Ladekran, montiert am Fahrzeugheck

Vorsicht beim Be- und Entladen von Gütern mit schmaler Standbasis und / oder außermittigem Schwerpunkt!

Aus Unfallanzeigen

- Fall 1: „Als der Fahrer B. den letzten Zurrgurt löste, mit dem eine auf einem A-Bock stehende Betonplatte gesichert war, kippte diese schlagartig um, stürzte vom Fahrzeug und erschlug den Fahrer.“

Abb. 188 zeigt die angehobene Platte nach der Bergung des Verunglückten.
Teilursache: Betonplatte mit außermittigem Schwerpunkt.

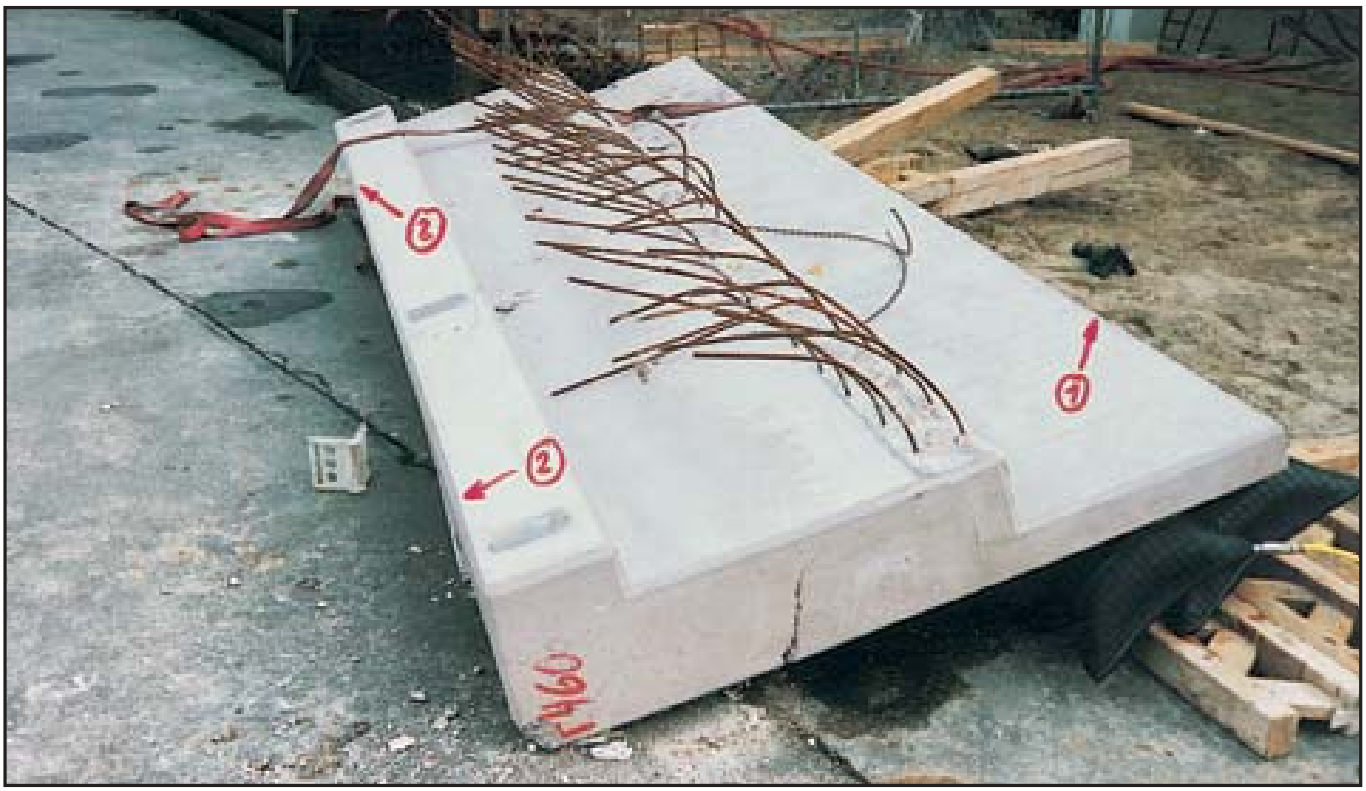


Abb. 188

Vorsicht beim Be- und Entladen von Gütern mit schmaler Standbasis und / oder außermittigem Schwerpunkt!

- Fall 2: „Unser Fahrzeug befand sich auf einer Baustelle in Sch., wo auf einem A-Bock stehende Betonteile durch einen Kran entladen wurden. Während von der linken A-Bockseite gerade ein Teil angehoben wurde, befand sich F. neben der rechten Fahrzeugseite und wurde dort von einer unvermutet herabstürzenden Platte getroffen.“

  Teilursache: Durch unebenes Gelände seitwärts nach rechts geneigtes Fahrzeug, noch weitere Neigung nach rechts durch Entlastung der linken Seite.

- Fall 3: „Unser Fahrer R. arbeitete auf der Ladefläche eines Sattelaufliegers mit A-Bock, auf dem Betonplatten (Sandwichplatten) standen. Beim Lösen der letzten Verzurrung muss er bemerkt haben, dass die Platte zu kippen begann. Er sprang vom Fahrzeug und versuchte noch zu fliehen, wurde jedoch von einer Ecke der herabstürzenden Platte erfasst“ (Abb. 189).

  Teilursache: Holzunterlage der Platte so einseitig, dass die Platte kippen musste, siehe auch Abb. 190.

Abb. 189

Vorsicht beim Be- und Entladen von Gütern mit schmaler Standbasis und / oder außermittigem Schwerpunkt!

Die Beschreibung derartigen Unfallgeschehens ließe sich beliebig fortsetzen, wobei nicht nur Betonteile am Geschehen beteiligt waren, sondern auch andere Ladegüter wie Glaskisten, Holzplatten oder für den Transport zusammengefasste Ladeeinheiten, z.B. Spaltbänder (schmale Coils) oder Papierrollen. Wird hier die Zusammenfassung vor der Entladung entfernt, können Einzelteile umkippen.

Betonteile bilden jedoch einen echten Schwerpunkt im Zusammenhang mit derartigen Unfällen. Ohne in die Einzelheiten gehen zu können, denn gerade über den Transport von Betonteilen ließe sich allein eine umfangreiche Abhandlung schreiben, hier nur die wichtigsten Anregungen und Hinweise, die bei der Be- und Entladung derartiger Güter zu beachten sind.

Schon bei der Beladung sollte der Fahrer bzw. das Fahrpersonal peinlich genau darauf achten, wie die Teile auf dem Fahrzeug abgesetzt, gelagert und befestigt werden. Vielfach ist zu beobachten, dass eine Betonplatte noch vom Kran gehalten wird und die Anschlagseile erst dann gelöst werden, nachdem das Betonteil auf dem A-Bock mit Zurrmitteln gegen Kippen gesichert ist.

Dies wird sich auch in den Fällen 1 und 3 der Unfallbeschreibungen so abgespielt haben; in beiden Situationen mussten die Platten beim Lösen der Verzurrung an den Entladestellen kippen.

Die Betonplatte zu Fall 1 (Abb. 188) stand mit ihrer großflächigen glatten Seite an den A-Bock gelehnt. Die schmale, mit ① bezeichnete Seite diente als Standfläche, weil sich an der breiteren Seite die mit ② bezeichneten Zuganker zum Befestigen der Anschlagseile befanden. Ohne große Berechnungen ist abzuschätzen, dass das Kippmoment der Platte größer war als das Standmoment, auch bei leichter Schrägstellung an den A-Bock.

Im Fall 3 musste die Platte ebenfalls aufgrund ihrer Lagerung auf dem A-Bock kippen (Abb. 190). Während die leichte Isolierseite der Sandwichplatte mit Kanthölzern in Fahrzeuglängsrichtung unterbaut war, befand sich zwischen der schweren Seite der äußeren Fassadenplatte und der A-Bockauflage ein erheblicher Abstand. Natürlich wurde die Platte so gegen den A-Bock gestellt, damit die Sichtseite der Fassadenplatte während des Transportes durch eventuelle Scheuerstellen nicht beschädigt wurde. Wenn so, wie eben beschrieben,

beladen wird, muss selbstverständlich in umgekehrter Reihenfolge entladen werden. Das bedeutet, in jedem Fall das Betonteil erst an das vorgesehene Hebezeug anschlagen und die Anschlagseile straff ziehen zu lassen, bevor die Verzurrung der Ladungssicherung entfernt wird.

Eine Mitschuld trägt auch der Absender, meistens das Herstellerwerk derartiger Ladegüter. Nicht standsicher zu verladende Teile – manchmal für den Außenstehenden nicht unmittelbar erkennbar – sollten deutlich durch Gefahrenhinweise gekennzeichnet sein, damit auch an der Beladung unbeteiligte Personen an der Entladestelle die Gefahren erkennen können.

Merke: Insbesondere beim Fahrerwechsel darf die Information über eine mögliche Gefährdung durch die Ladung nicht fehlen!

Kommt dann noch hinzu, dass (wie im Fall 2) ein Fahrzeug auf unebenem Gelände entladen wird und auch noch schräg steht, ist größte Vorsicht geboten. Die leichte Neigung einer A-Bockanlegeseite, im allgemeinen 5° – 8° aus der Senkrechten, ist schnell durch entgegengesetzte Schrägstellung eines Fahrzeugs ausgeglichen.

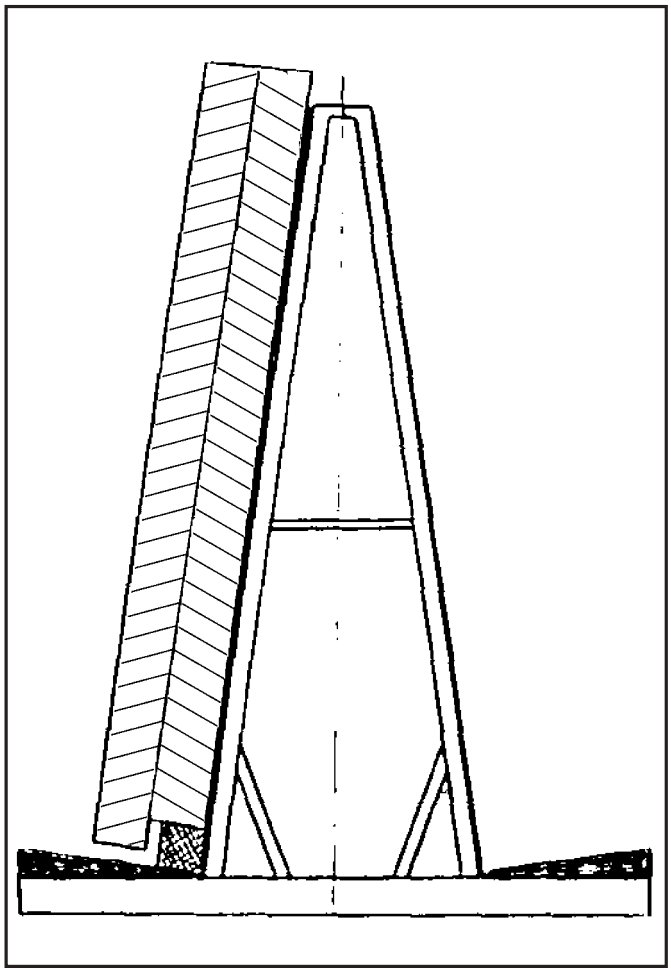


Abb. 190

Kleine Hilfsmittel, z.B. ein Pendel (Lot) mit Gradanzeige an einem A-Bockende oder eine Libelle (Wasserwaage) am Fuß des A-Bocks könnten anzeigen, ob das Fahrzeug ausreichend gerade steht, um die Verzurrung gefahrlos lösen zu können.

Vorsicht beim Be- und Entladen von Gütern mit schmaler Standbasis und / oder außermittigem Schwerpunkt!

Da die Verzurrung einer Ladung auf einem A-Bock üblicherweise nicht für jede Seite einzeln, was in vielen Fällen angebracht wäre, sondern durch eine Gesamtumreifung auf beiden A-Bockseiten gehalten wird, sollte immer für zusätzliche formschlüssige Abstützungen von solchen Teilen gesorgt werden, die unbeabsichtigt kippen könnten. Möglichkeiten dazu bieten sich vielfach an, sogar im Fahrzeugaufbau integrierte Einrichtungen (Abb. 191).

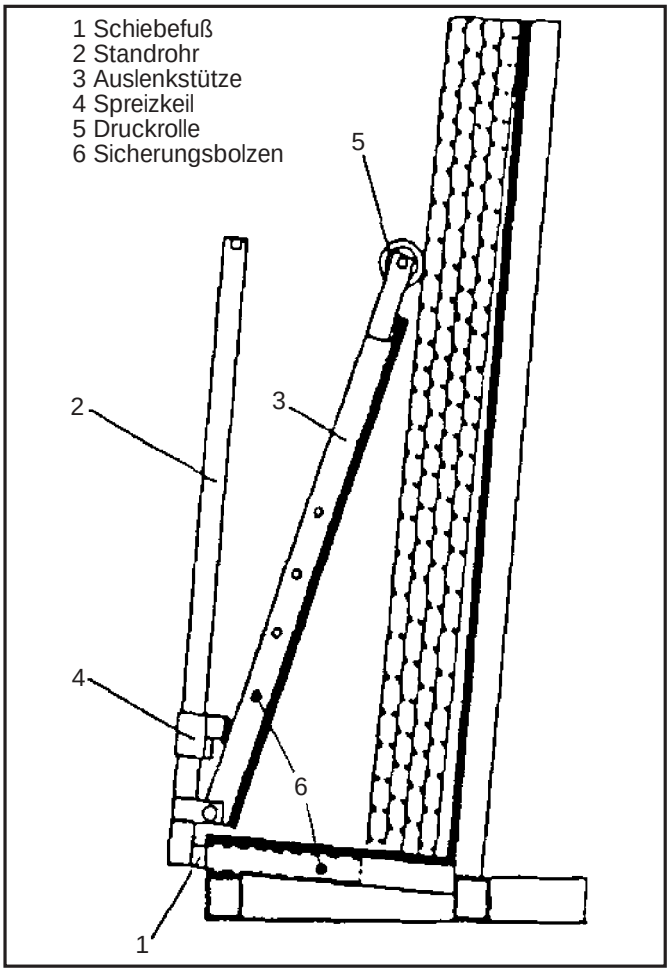


Abb. 191

Achtung! Ein wichtiger Hinweis darf an dieser Stelle nicht fehlen: Vorsicht beim Lösen der Verzurrung von kippgefährdeten Gütern, wenn Ratschen als Spannelement von Zurrgurten benutzt werden! Wer die Wirkungsweise einer Ratsche kennt, weiß, dass zum Entriegeln der Ratsche der Spannhebel aus der Ruhestellung (Transportstellung) um 180° herumgeschwenkt wird. Dadurch wird der Sperrschieber, der die Ratschenwickelwelle in gespanntem Zustand blockiert, außer Eingriff gebracht. Damit kann sich die Wickelwelle drehen (sie befindet sich in Freilaufstellung), und das auf ihr aufgewickelte Gurtband spult sich schlagartig ab, insbesondere wenn es unter Vorspannung steht. Die Möglichkeit, wieder mit der Ratsche nachzuspannen, sobald bemerkt wird, dass die entsicherte Ladung zu kippen beginnt, ist so gut wie ausgeschlossen. Man müsste den Spannhebel erst wieder um 180° zurückschwenken und dann mit dem Spannvorgang beginnen, was nur möglich wäre, wenn das eingefädelte Gurtende nicht schon aus dem Schlitz der Wickelwelle herausgeschnellt ist. Mit großer Wahrscheinlichkeit wurde dieser Schwachpunkt der Ratschen den in den Fällen 1 und 3 am Unfallgeschehen beteiligten Personen letztendlich zum Verhängnis. Weitere gleichgelagerte Fälle sind bekannt.

Vorsicht beim Be- und Entladen von Gütern mit schmaler Standbasis und / oder außermittigem Schwerpunkt!

Abb. 191a: Spezialratsche mit stufenweiser Entriegelung

Darum: Zum Verzurren von kippgefährdeten Gütern sollte der Einsatz von Zurrgurten mit Ratschen in der herkömmlichen Wirkungsweise vermieden, wenn nicht sogar verboten werden. Andere Spannelemente, die sich kontrolliert öffnen lassen, sind geeigneter, z.B. Spezialratschen mit stufenweiser Entriegelung, zugelassene Spannwinden, Spindelspanner oder Mehrzweck-Kettenzüge. Werden diese Elemente gelöst, würde man durch den nicht nachlassenden Spanndruck bemerken, dass die Ladung zu kippen beginnt. Ein gefahrloses erneutes Anspannen wäre möglich, um entsprechende Sicherheitsmaßnahmen einzuleiten.

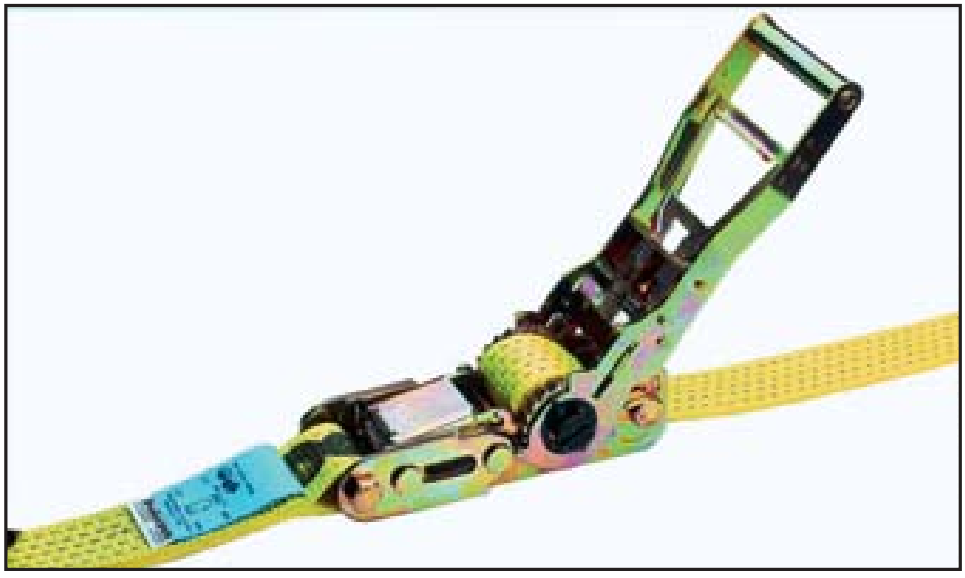


Abb. 191b: Spezialratsche mit automatischer Vorentspannung des Gurtbandes

Vorsicht beim Öffnen von Bordwänden

Aus Unfallanzeigen:

- „Beim Öffnen der Bordwand seines Lkw-Anhängers wurde der Fahrer von der aufschnellenden Bordwand getroffen. Ein anschließend von der Ladefläche stürzendes Stahlbündel verletzte ihn tödlich.“

- „Beim Öffnen der linken Seitenbordwand rollte ein ca. 800 kg schwerer Gußrohling von der Ladefläche des etwas schräg stehenden Fahrzeugs und erschlug den Fahrer.“

- „Beim Aufklappen der Bordwand wurde unser Fahrer von einem nachfallenden, ca. 450 kg schweren Schaltschrank gegen eine Schuppenwand gedrückt (Abb. 192). Dabei zog er sich tödliche Quetschungen zu.“

Abb. 192

Solche und ähnliche Schilderungen ließen sich beliebig fortsetzen. Festzuhalten ist, dass Unfälle, wie die anfangs geschilderten, im Wesentlichen folgende Gründe haben können:

– Auf der Ladefläche frei stehende, ungesicherte Ladungsteile haben sich während der Fahrt verlagert (verrutscht, versetzt, verrollt, gekippt) und drücken gegen die Bordwände.

– Nicht standfeste oder rollenförmige Ladungsgüter wurden absichtlich gegen die Bordwände verstaut, was beim Öffnen der Bordwände nicht mehr berücksichtigt wurde (Vergesslichkeit, Fahrerwechsel).

– Besondere örtliche Gegebenheiten an weiteren Ladestellen waren nicht vorhersehbar (dadurch Öffnen anderer Bordwände, als bei der Beladung vorgesehen, oder Schrägstellung der Ladefläche durch geneigten oder unebenen Standplatz).

(Siehe hierzu auch § 37 Abs. 3 UVV „Fahrzeuge“)

Die Unfälle führten dazu, dass bei bestimmten Fahrzeugen seit Oktober 1993 (Erstzulassung) die von Hand zu betätigenden Bordwandverschlüsse so gestaltet sein müssen, dass möglicher Ladungsdruck vor dem vollständigen Entriegeln festgestellt werden kann (siehe § 22 Abs. 11 Nr. 3 UVV „Fahrzeuge“, hier Seite 19).

Diese Bordwandverschlüsse „mit Ladungsdruckerkennung“ sind in der überwiegenden Zahl so gestaltet, dass beim Öffnen zwei Phasen durchlaufen werden („2-Phasen-Entriegelung“). Dabei wird in der ersten Phase der Verschluss entriegelt und erst in der zweiten Phase die Bordwand freigegeben („geöffnet“). Die zweite Öffnungsbewegung des Verschlusshebels ist bei anstehendem Ladungsdruck in der Regel aber nur mit „deutlich erhöhtem Kraftaufwand“ möglich und warnt so den Fahrer vor dem nachdrückenden Ladegut.

Da aber optisch nicht zu erkennen ist, ob man einen Verschluss mit oder ohne Ladungsdruckerkennung vor sich hat, ist immer mit der Gefahr des unbeabsichtigten Aufschlagens einer Bordwand und dem Herabfallen nachdrückenden Ladegutes zu rechnen (siehe § 38 Abs. 2 UVV „Fahrzeuge“, hier Seite 24). Vielfach deuten schon schwer zu öffnende Normal-Verschlüsse auf diese Gefahr hin. Deshalb – und nicht nur, weil es im § 38 Abs. 3 UVV „Fahrzeuge“ (Seite 24) so steht:

Vorsicht beim Öffnen von Bordwänden

Merke: Wenn irgendwie möglich, Aufbauverriegelungen i m m e r von einem Standort außerhalb des Gefahrbereichs öffnen! Als Gefahrbereich gilt der gesamte Schwenkbereich der Bordwand.

Abb. 193: ... bitte so nicht öffnen!

Haftung und Verantwortlichkeiten bei der Ladungssicherung

– Rechtsanwältin Andrea Heid [1] –

Das richtige Sichern von Ladung führt in der Praxis immer wieder zu Problemen. Insbesondere wird häufig diskutiert, was unter einer ausreichenden Ladungssicherung zu verstehen ist. Daneben stellt sich bei Defiziten, d.h. wenn es zu Schäden auf Grund von mangelhafter Ladungssicherung kommt, häufig auch die rechtliche Frage: Wer ist dafür verantwortlich, wer haftet? Diese soll im Folgenden näher beleuchtet werden.

Hier sei darauf hingewiesen, dass sich die nachfolgenden Ausführungen in erster Linie auf gewerbliche Beförderungen im innerdeutschen Straßenverkehr beziehen. Auf Besonderheiten, z.B. wenn die Beteiligten keine Vollkaufleute sind oder Umzugsgut befördert wird, wird nicht eingegangen.

1. Handelsrechtliche Pflichten und Haftung

1.1 Frachtvertrag

Um die Frage nach Haftung und Verantwortlichkeiten zu beantworten, muss zunächst geklärt werden, wer durch welche Vorschriften überhaupt zur Ladungssicherung verpflichtet ist. Dabei sind zuerst die Vorschriften des Handelsgesetzbuches über das Frachtgeschäft zu beachten. Konkret fordert § 412 HGB[2], der für Beförderungen zu Land, auf Binnengewässern und mit Luftfahrzeugen gilt (§ 407 Abs. 3 Satz 1 HGB): „Soweit sich aus den Umständen oder der Verkehrssitte nicht etwas anderes ergibt, hat der Absender das Gut beförderungssicher zu laden, zu stauen und zu befestigen (verladen) sowie zu entladen. Der Frachtführer hat für die betriebssichere Verladung zu sorgen."

„Beförderungssicher" bedeutet dabei, dass das Ladegut im Beförderungsmittel oder auf der Ladefläche so zu verstauen oder zu befestigen ist, dass es einen normalen, vertragskonformen Transport unbeschadet überstehen kann.[3]

Unter „betriebssicher" ist eine Verladung des Gutes in der Weise zu verstehen, dass einerseits ein ausreichender Schutz für das Gut selbst besteht und andererseits das Gut niemanden gefährdet oder schädigt.[4]

Die in § 412 HGB festgelegte Pflichtenverteilung ist durch die Worte „soweit sich aus den Umständen oder der Verkehrssitte nichts anderes ergibt" eingeschränkt.

[1] Rechtsanwältin Heid leitet den Bereich Verkehr im Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI), Frankfurt am Main

[2] Handelsgesetzbuch vom 10. Mai 1897 zuletzt geändert durch Artikel 1 Gesetz vom 24.2.2000

[3] Koller, Transportrecht (Kommentar), 4. Auflage, München 2000, § 412 HGB Anmerkung 5

[4] Koller, a.a.O., § 412 HGB Anmerkung 41 ff.

„Umstände“ sind dabei das, was die Parteien als tatsächliche Gegebenheiten vor Ort und zum betreffenden Zeitpunkt als vorhanden bzw. nicht vorhanden beweisen können.

„Verkehrssitte“ bedeutet die im Verkehr der beteiligten Kreise herrschende tatsächliche Übung, also dasjenige Verhalten, das zwischen den beteiligten Personengruppen als immer üblich und nie anders zu handhaben anzusehen ist. Wird ein Sachverhalt in der Praxis von den Beteiligten immer so gehandhabt, ist es Verkehrssitte, wird es häufig so und manchmal anders gehandhabt, ist es keine Verkehrssitte. Unter Kaufleuten wird die Verkehrssitte auch Handelsbrauch genannt[5].

Im handelsrechtlichen Sinne ist unter „Absender“, der Auftraggeber des (Haupt-)Frachtführers zu verstehen, also derjenige, dem gegenüber sich der Frachtführer unmittelbar verpflichtet, das Gut zu befördern, und der sich seinerseits verpflichtet, als Gegenleistung die vereinbarte Fracht zu zahlen.[6] Als „Frachtführer“ wird nach HGB jeder Beförderer bezeichnet, der es auf Grund eines Frachtvertrages im Rahmen seines gewerblichen Unternehmens übernommen hat, Güter zum Bestimmungsort zu befördern und dort an den Empfänger abzuliefern.[7]

Die Pflicht für Absender und Frachtführer zu einer ordnungsgemäßen Ladungssicherung nach § 412 HGB setzt aber zunächst voraus, dass ein Frachtvertrag gemäß § 407 HGB geschlossen wurde, der den Frachtführer zur Beförderung und den Absender zur Frachtzahlung verpflichtet. Dieser Vertrag begründet die Pflichten von Absender und Frachtführer und zieht haftungsrechtliche Konsequenzen nach sich.

Der Absender haftet verschuldensabhängig für die Beschädigung oder den Verlust des Gutes, wenn dies (auch) auf die nicht beförderungssichere Verladung durch den Absender zurückgeht.

Der Frachtführer haftet grundsätzlich verschuldensunabhängig, aber der Höhe nach begrenzt[8] für den Schaden, der durch Verlust oder Beschädigung des Gutes in der Zeit von der Übernahme zur Beförderung bis zur Ablieferung entsteht (vgl. § 425 Abs. 1 HGB). Er ist allerdings gemäß § 427 Abs. 1 HGB von seiner Haftung, soweit der Verlust oder die Beschädigung auf ungenügende Ver-

[5] Palandt, Bürgerliches Gesetzbuch (Kommentar), 57. Auflage, München 1998, § 133 Anmerkung 20
[6] Koller, a.a.O., § 407 HGB, Anmerkung 7
[7] Koller, a.a.O., § 407 HGB, Anmerkung 5
[8] Begrenzt auf den 3fachen Betrag der Fracht, vgl. § 431 Abs. 3 HGB

packung durch den Absender oder Behandlung, Verladen oder Entladen des Gutes durch den Absender oder Empfänger zurückzuführen ist, befreit.

Der Unternehmer, der die Betriebssicherheit vernachlässigt, haftet ferner gemäß § 823 Abs. 1 BGB[9] (deliktischer Schadensersatzanspruch), und zwar sowohl gegenüber dem Absender als auch gegenüber Dritten, also beispielsweise dem Passanten, der durch die herabrutschende Ware verletzt worden ist. Dies ergibt sich schon aus den allgemeinen Grundsätzen der Verkehrssicherungspflicht. Die Haftung setzt hier ein Verschulden voraus, d.h. Vorsatz oder Fahrlässigkeit.

1.2 Haftung im Innenverhältnis

Es stellt sich die Frage, ob neben den erläuterten Haftungsgrundsätzen im Außenverhältnis (also zwischen den Vertragspartnern bzw. gegenüber Dritten) auch im Innenverhältnis ein Ausgleich erfolgt, d.h. ob der Unternehmer von dem bei ihm angestellten Fahrzeugführer wiederum Ersatz verlangen kann. Dies wird grundsätzlich nach den von der Rechtsprechung entwickelten Grundsätzen zur Arbeitnehmerhaftung[10] beurteilt, die in der Tätigkeit von Berufskraftfahrern ihren Ursprung hat und inzwischen für alle betriebsbedingten Tätigkeiten gilt. Danach hat gegenüber dem Arbeitgeber ein voller Ausgleich nur bei vorsätzlichem oder grob fahrlässigem Verhalten des Arbeitnehmers zu erfolgen, bei mittlerer Fahrlässigkeit ist der Schadensbetrag aufzuteilen und bei leichter Fahrlässigkeit ist er vom Arbeitgeber, d.h. Unternehmer, voll zu tragen.

Bei dem transportierten Gut kann es sich auch um Gefahrgut handeln. Dann sind die Vorschriften über die Beförderung gefährlicher Güter anzuwenden. Nach § 9 Abs. 13 GGVSE[11] sind Verlader und Fahrzeugführer für die Ladungssicherung verantwortlich.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass in den Gefahrgutvorschriften eine vom HGB abweichende Terminologie angewandt wird: § 2 Nr. 1 GGVSE bezeichnet als „Absender“ denjenigen, der selbst oder für einen Dritten gefährliche Güter versendet. Erfolgt die Beförderung auf Grund eines Beförderungsvertrages, gilt als Absender der Absender gemäß diesem Vertrag.

[9] Bürgerliches Gesetzbuch vom 18. August 1896 zuletzt geändert durch Gesetz vom 27.6.2000

[10] früher: „gefahrgeneigte Tätigkeit“

[11] Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße und mit Eisenbahnen (Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn – GGVSE –) vom 11. Dezember 2001

Als Beförderer wird derjenige definiert, § 2 Nr. 2 GGVSE, der die Beförderung mit oder ohne Beförderungsvertrag (= andere Bezeichnung für Frachtvertrag) durchführt. „Verlader“ ist das Unternehmen, das gefährliche Güter verlädt sowie das Unternehmen, das als unmittelbarer Besitzer das gefährliche Gut dem Beförderer zur Beförderung übergibt oder selbst befördert (vgl. § 2 Nr. 4 GGVSE). Daneben kennen die Gefahrgutvorschriften, wie bereits erwähnt, den Begriff des Fahrzeugführers.

1.3 Speditionsvertrag

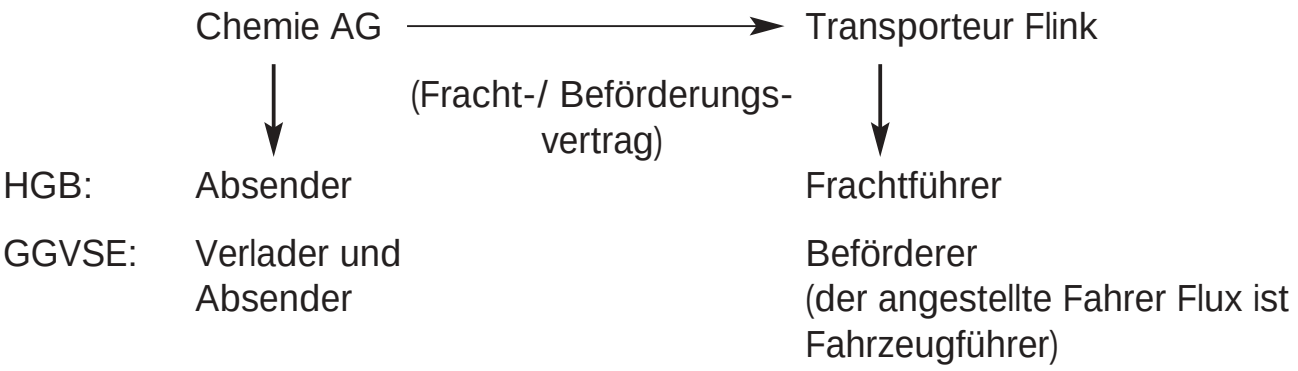
Sehr häufig wird in der Praxis ein Spediteur eingesetzt, der in erster Linie eine Maklerfunktion hat, d.h. er soll dafür sorgen, dass eine bestimmte Ware zu einem bestimmten Zeitpunkt befördert wird. Es kommt dann zu einem Speditionsvertrag gem. § 453 HGB, der den Spediteur zur Besorgung der Versendung des Gutes und den Versender zur Zahlung der Vergütung verpflichtet. Falls der Spediteur sich entscheidet, die Beförderung nicht von einem anderen durchführen zu lassen, sondern im Selbsteintritt fährt, dann hat er gleichzeitig die Rechte und Pflichten eines Frachtführers (vgl. § 458 HGB). In jedem Fall ist seine Haftung für Schäden, die durch Verlust oder Beschädigung des in seiner Obhut befindlichen Gutes entstehen, im Wesentlichen entsprechend der Frachtführerhaftung, vgl. § 461 HGB. Neben dieser Haftung im Außenverhältnis gelten die Ausführungen zur Haftung im Innenverhältnis auch hier.

In Einzelverträgen und Allgemeinen Geschäftsbedingungen werden darüber hinaus Begriffe wie z.B. Kunde, Auftragsnehmer etc. verwendet. Hier soll jedoch nicht weiter zum babylonischen Sprachgewirr beigetragen werden, sondern vielmehr sollen die folgenden Beispiele die bisher benutzten Begriffe nochmals bildlich verdeutlichen. Dabei sei allerdings darauf hingewiesen, dass weitere Varianten möglich sind, z.B. wenn weitere Unterfrachtführer tätig sind; von diesen wird jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit abgesehen:

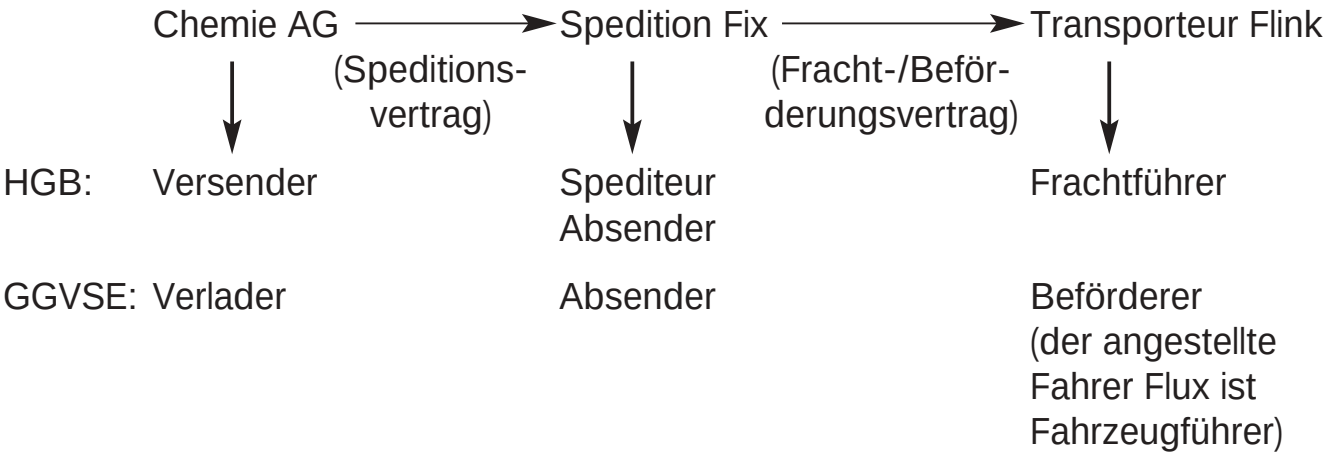
Haftung und Verantwortlichkeiten bei der Ladungssicherung

– Rechtsanwältin Andrea Heid –

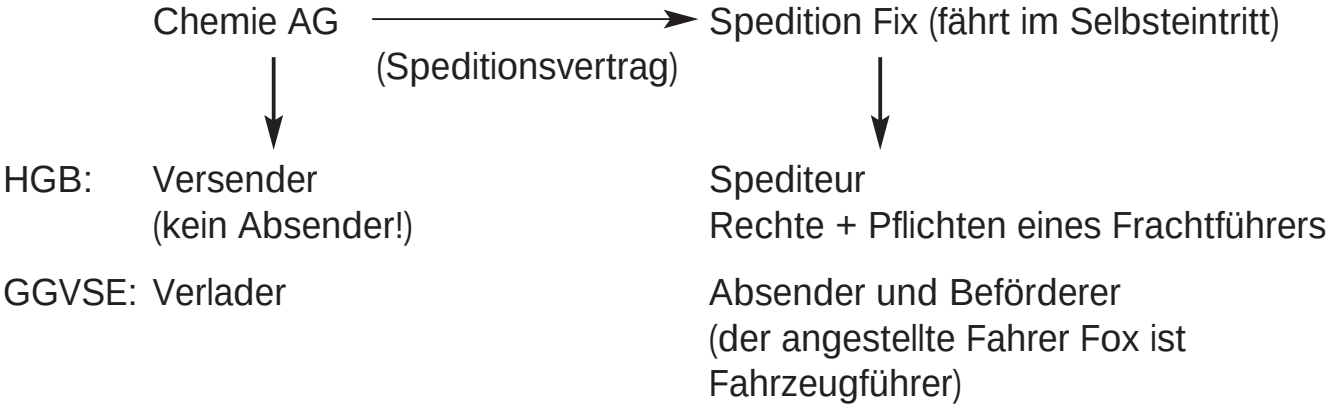
Beispiel 1:



Beispiel 2:



Beispiel 3:



Anhand dieser Ausführungen sollte deutlich geworden sein, dass sich die Pflichten zur Ladungssicherung nach HGB und GGVSE eindeutig nur feststellen lassen, wenn klar ist, welche Art von Vertrag zustande gekommen ist.

1.4 Allgemeine Geschäftsbedingungen

Die im HGB verankerten Pflichten zur Ladungssicherung können durch individuelle Vereinbarungen noch genauer bestimmt oder übertragen werden.

Beispielsweise seien hier die ADSp[12)] und die VBGL[13)] genannt. Diese sind Allgemeine Geschäftsbedingungen im Sinne von § 305 BGB[14)], die bisher nicht zum Handelsbrauch (Verkehrssitte) geworden sind.[15)]

§ 5 Abs. 1 Satz 1 und 2 VBGL verpflichtet den Absender beförderungssicher nach den einschlägigen Rechtsvorschriften und dem Stand der Technik zu beladen und rechnet ihm Handlungen und Unterlassungen der für ihn tätigen Personen zu. Für den Frachtführer wird in § 5 Abs. 1 Satz 3 VBGL deutlich gemacht, dass er grundsätzlich die Betriebssicherheit der Verladung sicherzustellen hat. Das Wort „grundsätzlich“ macht dabei deutlich, dass abweichende Vereinbarungen möglich sind. Das Gleiche gilt auch für die beförderungssichere Verladung durch den Frachtführer, die nach § 5 Abs. 1 Satz 4 VBGL möglich ist, wenn eine angemessene Vergütung erfolgt. Gibt es eine entsprechende Vereinbarung, hat dies natürlich auch Konsequenzen im Hinblick auf die Haftungsfrage.

Auch die ALB-Cargo[16)] sehen als Allgemeine Geschäftsbedingungen Bestimmungen für die Ladungssicherung vor. Dazu heißt es unter 5.1: „Der Kunde ist für die sichere Verladung ... verantwortlich. Einzelheiten regeln unsere Verladerichtlinien. Wir sind berechtigt, Wagen und Ladeeinheiten auf die Betriebssicherheit der Verladung zu überprüfen.“

Auch wenn die hier aufgeführten Verladerichtlinien verbindlich sind, entbindet die Regelung die DB Cargo nicht von

12) Allgemeine Deutsche Spediteurbedingungen in der Fassung vom 1. Januar 2003

13) Vertragsbedingungen für den Güterkraftverkehrs- und Logistikunternehmer, Fassung vom 23.7.1998

14) Bürgerliches Gesetzbuch vom 18.08.1896 in der Fassung der Bekanntmachung vom 02.02.2002

15) Koller, a.a.O., vor Ziff. 1 ADSp Anmerkung 1 und § 1 VGBL Anmerkung 1

16) Allgemeine Leistungsbedingungen der DB Cargo AG (Stand: 1.7.1998)

ihrer Pflicht, die Betriebssicherheit der Verladung (§ 412 Abs. 1 Satz 2 HGB) zu überprüfen, denn nach herrschender Meinung ist diese Klausel gemäß § 307 BGB unangemessen, weil der Kunde in aller Regel kein Transportfachmann ist.[17)]

2. Gefahrgutvorschriften

Im Hinblick auf die Ladungssicherungspflichten in Zusammenhang mit der Beförderung gefährlicher Güter wurde bereits auf § 9 Abs. 13 GGVSE hingewiesen. Nach dieser Vorschrift sind der Verlader und der Fahrzeugführer verantwortlich. Bei Verstößen können diese gemäß § 10 Nr. 17 GGVSE ordnungswidrigkeitenrechtlich verfolgt und mit einem Bußgeld belegt werden.

Zu den bereits erläuterten Begriffen Verlader, Absender und Beförderer sei noch erwähnt, dass sie stellvertretend für die Verantwortlichen der Unternehmen, in denen die entsprechenden Handlungen durchgeführt werden bzw. die dort eingesetzten sog. „beauftragten Personen“ nach § 9 OWiG[18)] stehen (z.B. Transporteur Herr Flink als Beförderer, Verlademeister Herr Meier der Chemie AG als beauftragte Person des Verladers).

Der gefahrgutrechtlichen Verantwortung zur Ladungssicherung liegt die in Abschnitt 7.5.7 ADR[19)] formulierte Pflicht zu Grunde, deren Absatz 1 besagt: „Die einzelnen Teile einer Ladung mit gefährlichen Gütern müssen auf dem Fahrzeug oder im Container so verstaut oder durch geeignete Mittel gesichert sein, dass sie ihre Lage zueinander sowie zu den Wänden des Fahrzeugs nur geringfügig verändern können. Die Ladung kann z.B. durch Zurrgurte, Klemmbalken, Transportschutzkissen, rutschhemmende Unterlagen gesichert werden. Eine ausreichende Ladungssicherung im Sinne des ersten Satzes liegt auch vor, wenn die gesamte Ladefläche in jeder Lage mit Versandstücken vollständig ausgefüllt ist.“

17) Koller, a.a.O., ALB-Cargo, Anmerkung 1 zu 5.

18) Gesetz über Ordnungswidrigkeiten vom 19. Februar 1987 zuletzt geändert durch Gesetz vom 25.8.1998

19) Europäisches Übereinkommen für die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, Anlage A und B zum ADR in der Fassung der 15. ADR-Änderungsverordnung vom 15. Juni 2001.

Der Verstoß gegen die gefahrgutrechtlichen Ladungssicherungspflichten kann mit einem Bußgeld von bis zu 50.000 € geahndet werden (vgl. § 10 Abs. 4 GGBefG[21]), der Regelsatz, der von fahrlässiger Begehung, normalen Tatumständen und mittleren wirtschaftlichen Verhältnissen des Betroffenen ausgeht, beträgt 50 € bis 1500 € nach RSE[22].

Die Verpflichtung des Verladers zur Beachtung der Vorschriften über die Handhabung und Verstauung von Versandstücken gilt bei der Gefahrgutbeförderung nach einem Urteil des OLG Koblenz[23] nicht nur bis zur Übergabe an den Fahrzeugführer. Wenn sich erkennen lässt, dass es zu Teilentladungen kommt, ist der Verlader für die ordnungsgemäße Ladungssicherung während der gesamten Beförderung mit verantwortlich. Das bedeutet, er muss dem Fahrzeugführer gegebenenfalls geeignetes Sicherungsmaterial mitgeben, damit eine vorschriftsmäßige Sicherung auch nach der Teilentladung möglich ist. Für die weiteren Beteiligten führt die RSE[24] aus: „Belädt der Fahrzeugführer nicht selbst, so bleibt er im Rahmen der zumutbaren Einwirkungsmöglichkeiten neben demjenigen, der tatsächlich belädt, verantwortlich. Von dem Fahrzeugführer ist zu verlangen, dass er vor Abfahrt die sichere Verstauung durch äußere Besichtigung prüft und während der Fahrt erkennbare Störungen behebt. Der Beförderer hat für die Bereitstellung der Mittel zur Ladungssicherung zu sorgen."

3. Straßenverkehrsrecht

Neben diesen spezialgesetzlichen Regelungen zum Gefahrguttransport bestimmen die Vorschriften der StVO[25] und der StVZO[26].

So besagt § 22 Abs. 1 StVO zwar generalklauselartig, dass „die Ladung … verkehrssicher zu verstauen und gegen Herabfallen … besonders zu sichern" …

21) Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter (Gefahrgutbeförderungsgesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Dezember 2001

22) Richtlinien zur Durchführung der Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn (GGVSE-Durchführungsrichtlinie RSE) vom 09. April 2002, zu § 10 Ordnungswidrigkeiten

23) OLG Koblenz, 22.02.1988 — 1 Ss 72/88

24) Zu § 9 Verantwortlichkeiten, 9.4

25) Straßenverkehrs-Ordnung vom 16. November 1970 zuletzt geändert durch Verordnung vom 25.6.1998

26) Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. September 1988; zuletzt geändert durch Verordnung vom 11.09.2002 sowie Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften Allgemeine Pflichten zur Ladungssicherung

ist, sie lässt aber offen, wer die Ladungssicherung im Einzelnen durchzuführen hat.

Eine ähnliche allgemeine Bestimmung findet sich in § 37 Abs. 4 der Unfallverhütungsvorschrift Fahrzeuge BGV D 29[27], wonach „die Ladung so zu verstauen und bei Bedarf zu sichern [ist], dass bei üblichen Gefahrensituationen eine Gefährdung von Personen ausgeschlossen ist."

Aus der Vorschrift des § 22 StVO lässt sich jedoch der Rückschluss ziehen, dass **jeder**, der für den Ladevorgang **verantwortlich** ist (z.B. Leiter der Ladearbeiten), die genannten Sorgfaltspflichten erfüllen muss.

Was bedeutet in diesem Zusammenhang „verantwortlich sein"? Hier kann in Anlehnung an die Begriffsbestimmungen für „beauftragte Personen" nach § 9 Abs. 2 OWiG zurückgegriffen werden. Das hat zur Folge, dass verantwortlich derjenige ist, der ausdrücklich oder durch seine Funktion vom Unternehmer Verantwortung – hier: für die Ladungssicherung – zugewiesen bekommen hat und dabei eigenverantwortlich tätig wird.[28] Das kann also beispielsweise der Leiter der Ladearbeiten oder der Fuhrparkleiter sein. Diese Auffassung wird unterstützt durch die ständige Rechtsprechung, die den Kreis der Verantwortlichen für eine korrekte Ladungssicherung nach § 22 StVO ausweitet. In verschiedenen Urteilen wurde und wird immer wieder betont, dass für eine ordnungsgemäße tatsächliche Ladungssicherung insbesondere derjenige verantwortlich ist, **der unter eigener Verantwortung das Fahrzeug beladen** hat[29] – daneben werden bereits durch die Vorschriften auch andere Personenkreise verantwortlich. So bestimmt § 23 Abs. 1 Satz 2 StVO: „[Der Fahrzeugführer] muss dafür sorgen, dass … die Ladung vorschriftsmäßig [ist] und dass die Verkehrssicherheit des Fahrzeuges durch die Ladung nicht leidet."

Damit erfolgt eine gesetzliche Verantwortungszuweisung an den Fahrzeugführer. Zur Frage, was konkret unter „verkehrssicher" zu verstehen ist, gibt die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 22 Absatz 1 StVO[30] nähere Auskunft: „Zu verkehrssicherer Verstauung gehört sowohl eine die Verkehrs- und Betriebssicherheit nicht beeinträchtigende Verteilung der Ladung als auch deren sichere Verwahrung, wenn nötig

[27] früher: VBG 12

[28] vgl. Göhler, Ordnungswidrigkeitengesetz (Kommentar), 11. Auflage, München 1995, § 9 Anmerkung 19 ff.

[29] so z.B. OLG Stuttgart, 27.12.82 — I Ss 858/82

[30] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung vom 22.10.1998

Befestigung, die ein Verrutschen oder gar Herabfallen unmöglich macht."

Nach der Rechtsprechung setzt ein sachgerechtes Verstauen in diesem Sinne die Beachtung der anerkannten Regeln des Speditions- und Fuhrbetriebes voraus; derzeit dürfte der Inhalt der VDI-Richtlinie 2700 „Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen" die technisch anerkannten Beladungsregeln umfassen und deshalb allgemein zu beachten sein.[31)]

Die Verantwortung des **Fahrzeugführers** wird durch die des Fahrzeughalters nach der StVZO ergänzt. Sie ergibt sich direkt aus § 31 Abs. 2 StVZO, wonach er „die Inbetriebnahme nicht anordnen oder zulassen [darf], wenn ihm bekannt ist oder bekannt sein muss, dass … die Ladung … nicht vorschriftsmäßig ist, oder dass die Verkehrssicherheit des Fahrzeugs durch die Ladung … leidet."

Daraus lässt sich natürlich auch der Rückschluss ziehen, dass der Fahrzeughalter zur Mitgabe von Ladungssicherungsmaterial verpflichtet ist, d.h. er den Fahrzeugführer in die Lage versetzen muss, eine ordnungsgemäße Ladungssicherung überhaupt durchzuführen.

Darüber hinaus ist der **Fahrzeughalter** (in seiner Eigenschaft als Unternehmer im Sinne der gesetzlichen Unfallversicherung) nach §§ 3, 22 Abs. 1 Satz 3 BGV D 29 zur Ausrüstung von Fahrzeugen mit Pritschenaufbauten und von Tiefladern mit Verankerungen zur Ladungssicherung (Zurrpunkte entsprechend DIN 75410 Teil 1 und DIN EN 12640) verpflichtet. Den **Fahrzeughersteller** trifft diese Verpflichtung über § 3 Abs. 1 GSG[32)], denn Fahrzeuge sind technische Arbeitsmittel und müssen den sicherheitstechnischen Anforderungen und sonstigen Voraussetzungen nach dieser Vorschrift (einschließlich Unfallverhütungsvorschriften) genügen.

Verstöße gegen die in der StVO verankerte Ladungssicherung sind gemäß § 49 Abs. 1 Nr. 21 und Nr. 22 StVO Ordnungswidrigkeiten und können mit einem Bußgeld geahndet werden. Nach den vorhergehenden Ausführungen kann Empfänger des Bußgeldbescheides wegen Vernachlässigung der Pflicht zur Ladungssicherung nach Straßenverkehrsrecht also neben dem für den Ladevorgang Verantwortlichen insbesondere auch der Fahrer und der Halter sein.

31) Jagusch/Hentschel, Straßenverkehrsrecht (Kommentar), 33. Auflage, München 1995, § 22 StVO Anmerkung 13

32) Gesetz über technische Arbeitsmittel (Gerätesicherheitsgesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Oktober 1992, zuletzt geändert durch Gesetz vom 24.4.1998

Übrigens stellen auch Verstöße gegen die BGV D 29 Ordnungswidrigkeiten dar und können geahndet werden; zuständig für die Ahndung ist der jeweilige Unfallversicherungsträger.

Die Verhängung eines Bußgeldes aufgrund eines Verstoßes gegen § 22 StVO setzt übrigens keine konkrete Gefährdung, Schädigung, Behinderung oder auch nur Belästigung voraus.[33)] Es genügt hier die Feststellung durch die zuständige Bußgeldbehörde, dass die Ladung nicht verkehrssicher gestaut und gegen Herabfallen besonders gesichert ist, also folglich eine abstrakte, d.h. mögliche Gefährdung von Personen und/oder Sachen bestand. Das Bußgeld kann bis zu 475 € betragen, der Regelsatz beläuft sich nach Nr. 103 BKatV[34)] auf 50 €.

Neben den Aspekten der ordnungswidrigkeitenrechtlichen Verantwortlichkeit und der zivilrechtlichen Haftung bzw. des Ausgleichs im Schadensfall ist die Frage der strafrechtlichen Verantwortung noch zu klären.

4. Strafrechtliche Aspekte

Zu einem Strafverfahren kann es immer kommen, wenn Strafrechtsnormen (z.B. Sachbeschädigung, § 303 StGB[35)]; Körperverletzung, § 223 StGB; fahrlässige Tötung, § 222 StGB) verletzt worden sind. Eine strafrechtliche Verurteilung setzt neben der rechtswidrigen Erfüllung der Tatbestandselemente ein schuldhaftes, vorsätzliches oder fahrlässiges Verhalten voraus.

Im Zusammenhang mit dem Thema Ladungssicherung kommen als Täter alle in Betracht, die eine Pflicht nach Ladungssicherung trifft und die in Nicht- oder Schlechterfüllung dieser Pflicht gleichzeitig einen Straftatbestand erfüllen.

Neben den bereits beispielhaft erwähnten „allgemeinen“ Straftaten ist in Verbindung mit fehlender oder schlechter Ladungssicherung insbesondere an § 315 b StGB (Gefährliche Eingriffe in den Straßenverkehr) zu denken: „Wer die Sicherheit des Straßenverkehrs dadurch beeinträchtigt, dass er

33) Ständige Rechtsprechung, z.B. OLG Düsseldorf, 10.8.92 – 5 Ss Owi/189/92 – Owi 118/92l; vgl. auch Jagusch/Hentschel, a.a.O., § 23 StVO Anmerkung 27

34) Verordnung über Regelsätze für Geldbußen und über die Anordnung eines Fahrverbots wegen Ordnungswidrigkeiten im Straßenverkehr (Bußgeldkatalog-Verordnung) vom 13. November 2001, in Kraft getreten am 1. Januar 2002

35) Strafgesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 13. November 1998 zuletzt geändert durch Gesetz vom 11.8.1999

1. Anlagen oder Fahrzeuge zerstört, beschädigt oder beseitigt,
2. Hindernisse bereitet oder
3. einen ähnlichen ebenso gefährlichen Eingriff vornimmt und dadurch Leib oder Leben eines anderen oder fremde Sachen von bedeutendem Wert gefährdet, wird mit Freiheitsstrafe bis zu 5 Jahren oder mit Geldstrafe bestraft."

Besonders erwähnt werden soll in diesem Zusammenhang und im Hinblick auf Gefahrguttransporte auch § 328 Abs. 3 Nr. 2 StGB (unerlaubter Umgang mit radioaktiven Stoffen und anderen gefährlichen Stoffen und Gütern). Hier wird eine Bestrafung desjenigen vorgesehen, der „gefährliche Güter unter grober Verletzung verwaltungsrechtlicher Pflichten befördert, versendet, verpackt oder auspackt, verlädt oder entlädt, entgegennimmt oder anderen überlässt … und dadurch … Menschen, Tiere oder Sachen gefährdet."

Ein pflichtwidriger Verstoß gegen die gefahrgutrechtliche Ladungssicherungspflicht nach Abschnitt 7.5.7 Abs. 1 der Anlage B zum ADR kann also bei einer konkreten Gefährdung von Menschen oder Sachen bis zu einer strafrechtlichen Verfolgung führen. Hier sind der Verfasserin dieses Abschnittes zwar bisher noch keine Fälle einer Verurteilung bekannt, jedoch sollte die Androhung einer Strafverfolgung für alle am Transport beteiligten Grund genug sein, um auf eine ordnungsgemäße Ladungssicherung hinzuwirken.

Ausführlicher Rechengang zum Anwendungsbeispiel „Schlitten“ (siehe Abschnitt „Kraft und Masse“)

Zur Erinnerung die angenommenen Werte:

- Masse m = 50 kg
- Geschwindigkeit v = 18 km/h
- Strecke (Weg) s = 2,5 m

Rechengang

Kraft ist gleich Masse x Beschleunigung

$$F = m \cdot a$$

Ersetzen der Beschleunigung a

$$F = m \cdot \frac{v^2}{2 \cdot s} \quad \Big| \; a = \frac{v^2}{2 \cdot s}$$

Nebenrechnung:

Umwandeln der Geschwindigkeits-Einheit „km/h“ in „m/s“

$$v = 18 \cdot \frac{\cancel{km}}{\cancel{h}} \cdot \frac{1000m}{\cancel{km}} \cdot \frac{\cancel{h}}{60\cancel{min}} \cdot \frac{\cancel{min}}{60s} = 5 \frac{m}{s}$$

$$\Big| \; 1 \frac{m}{s} = 3{,}6 \frac{km}{h}$$

Einsetzen der angenommenen Werte

$$F = 50kg \cdot \frac{(5m/s)^2}{2 \cdot 2{,}5m}$$

Quadrieren des Klammerausdrucks

$$F = 50kg \cdot \frac{25m^2/s^2}{2 \cdot 2{,}5m}$$

Berechnen des Nenners

$$F = 50kg \cdot \frac{25m^2/s^2}{5m}$$

Berechnen des Bruchs (Einheiten kürzen)

$$F = 50kg \cdot \frac{25\cancel{m}^2/s^2}{5\cancel{m}} = 50kg \cdot 5m/s^2$$

Somit beträgt die Kraft zum Bremsen

$$\underline{\underline{F = 250kgm/s^2 = 250N}}$$

Anhang 2

Für Mathematik-Freunde: Um wieviel muss die Beschleunigungskraft größer sein als die Reibungskraft (Widerstandskraft), damit sich ein Körper in Bewegung setzt (weitere Informationen siehe Abschnitt „Der Bremsvorgang“)

Beim Bremsen muss die Massenträgheit $m \cdot a_b$ des Körpers größer sein als die Reibungskraft (Widerstandskraft) F_R.

$$m \cdot a_b > F_R$$

$$m \cdot a_b > \mu \cdot F_G \quad | \; F_R = \mu \cdot F_G$$

$$m \cdot a_b > \mu \cdot m \cdot g \quad | \; F_G = m \cdot g$$

$$\cancel{m} \cdot a_b > \mu \cdot \cancel{m} \cdot g \quad | \text{ Kürzen der Masse m}$$

$$\underline{\underline{a_b > \mu \cdot g}}$$

D.h., bei einer Bremsverzögerung, die wenig mehr als dem 9,81fachen (Normfallbeschleunigung) der Reibungszahl entspricht, setzt sich der Körper in Bewegung. Somit setzt sich eine Ladung bei einer Materialpaarung Stahl/Stahl mit einer Reibungszahl von $\mu = 0{,}1$ bereits bei einer Bremsverzögerung von ca. 1 m/s^2 in Bewegung. Im Straßenverkehr sind aber Bremsverzögerungen von 8 m/s^2 möglich. Die Masse des Körpers (der Ladung) ist dabei völlig unerheblich!

Ausführlicher Rechengang zur Ermittlung der Kraft F über die Formel für die kinetische Energie W_{kin}

$$W_{kin} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$F = m \cdot a \quad \Big| \; a = \frac{v^2}{2 \cdot s}$$

Einsetzen von a

$$F = m \cdot \frac{v^2}{2 \cdot s}$$

Umstellen der Gleichung

$$F = m \cdot \frac{v^2}{2 \cdot s} = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot s} = \frac{m \cdot v^2}{2} \cdot \frac{1}{s}$$

$$= W_{kin} \cdot \frac{1}{s} = \frac{W_{kin}}{s}$$

Somit ist

$$\underline{\underline{F = \frac{W_{kin}}{s} = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot s}}}$$

Zur Erinnerung:

- m Masse in Kilogramm [kg]
- v Geschwindigkeit in Meter pro Sekunde [m/s]
- s Weg (Strecke) in Meter [m]
- $1\ kgm/s^2 = 1\ N$

Übertragen auf das Beispiel „Schlitten“ im Abschnitt „Energie“ ergibt sich:

- $m_{Schlitten} = 50\ kg$
- $v_{Schlitten} = 18\ km/h = 5\ m/s$
- $s_{Bremsweg} = 2{,}5\ m$

$$F = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot s} = \frac{50kg \cdot (5m/s)^2}{2 \cdot 2{,}5m}$$

$$= 250\ N = 25\ daN \approx 25\ kg$$

Anhang 3

Verdoppelung der Schlittenmasse auf m = 100 kg (Geschwindigkeit v = 18 km/h = 5 m/s, Weg (Strecke) s =2,5 m):

$$F = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot s} = \frac{100kg \cdot (5m/s)^2}{2 \cdot 2{,}5m}$$

$$= 500\ N = 50\ daN \approx 50\ kg$$

Verdoppelung der Schlittengeschwindigkeit auf v = 36 km/h = 10 m/s (Weg (Strecke) s =2,5 m, Masse m =50 kg):

$$F = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot s} = \frac{50kg \cdot (10m/s)^2}{2 \cdot 2{,}5m}$$

$$= 1000\ N = 100\ daN \approx 100\ kg$$

Dieser Zusammenhang (Verdoppelung der Masse m bewirkt Verdoppelung der Kraft, Verdoppelung der Geschwindigkeit v bewirkt Vervierfachung der Kraft F) wird noch deutlicher, wenn Masse m und Geschwindigkeit v mit dem Faktor 4 multipliziert werden, und man die ermittelten Werte in ein Diagramm (Abb. 194) überträgt.

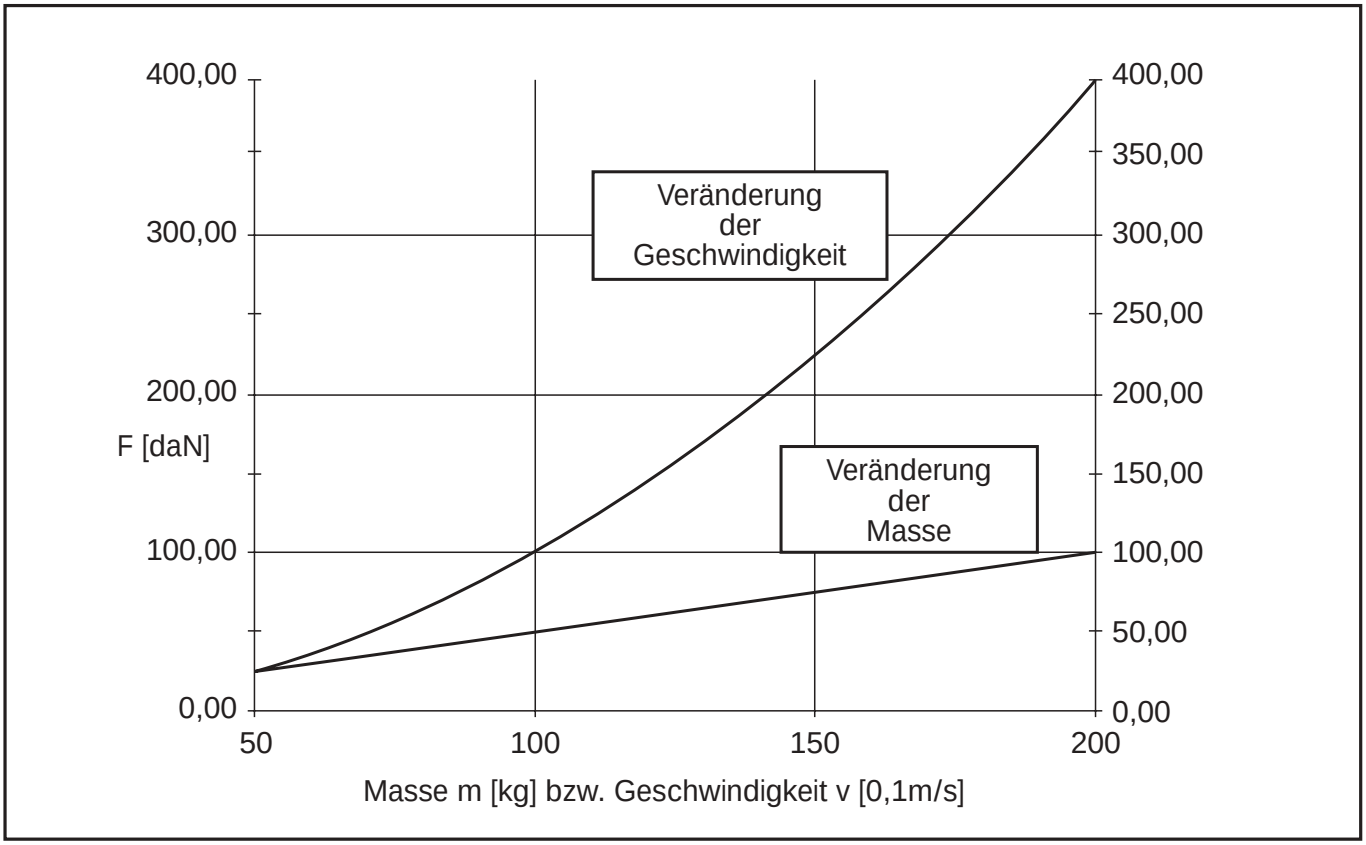


Abb. 194

Vollständiger Rechengang zum Anwendungsbeispiel im Abschnitt „Schrägzurren“

Die erforderlichen Haltekräfte S können über folgende Formeln ermittelt werden:

$$S = \frac{F_S}{n} \cdot \frac{1}{\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha}$$

bzw.

$$S = \frac{F_G}{n} \cdot \frac{f - \mu}{\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha}$$

Angenommene Werte:

- Gewichtskraft der Ladung
  F_G = 1000 daN (ca. 1000 kg)
- Gleitreibungszahl
  μ = 0,2
- Vertikalwinkel längs
  α_l = 45°
- Vertikalwinkel quer
  α_q = 45°
- Anzahl Zurrmittelpaare
  n = 2

Berechnung der Haltekraft in Längsrichtung S_l:

$$S_l = \frac{1000\text{daN}}{2} \cdot \frac{0{,}8 - 0{,}2}{0{,}2 \cdot \sin 45° + \cos 45°}$$

$$\underline{\underline{S_l = 353{,}55\ \text{daN} \approx 350\ \text{daN}}}$$

Berechnung der Haltekraft in Querrichtung S_q:

$$S_q = \frac{1000\text{daN}}{2} \cdot \frac{0{,}5 - 0{,}2}{0{,}2 \cdot \sin 45° + \cos 45°}$$

$$\underline{\underline{S_q = 176{,}78\ \text{daN} \approx 180\ \text{daN}}}$$

Anhang 5

Vollständiger Rechengang zum Anwendungsbeispiel im Abschnitt „Diagonalzurren“

Die erforderlichen Haltekräfte S können über folgende Formeln ermittelt werden:

Sicherungskräfte längs

$$S_l = \frac{F_G}{n} \cdot \frac{f_l - \mu}{\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha \cdot \cos\beta}$$

bzw.

$$S_l - \frac{1}{n} \cdot \frac{F_{Sv}}{\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha \cdot \cos\beta}$$

Sicherungskräfte zu den Seiten („quer“)

$$S_q = \frac{F_G}{n} \cdot \frac{f_q - \mu}{\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha \cdot \sin\beta}$$

bzw.

$$S_q - \frac{1}{n} \cdot \frac{F_{Sq}}{\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha \cdot \sin\beta}$$

Zu beachten ist, dass der jeweils höhere Wert S_l oder S_q maßgeblich ist.

Angenommene Werte:

- Gewichtskraft der Ladung
  F_G = 1000 daN (ca. 1000 kg)
- Gleitreibungszahl
  μ = 0,2
- Vertikalwinkel
  α = 45°
- Horizontalwinkel
  β = 45°
- Anzahl Zurrmittelpaare
  n = 2

Berechnung der Haltekraft in Längsrichtung S_l:

$$S_l - \frac{1000\text{daN}}{2} \cdot \frac{0{,}8 - 0{,}2}{0{,}2 \cdot \sin 45° + \cos 45° \cdot \cos 45°}$$

$$\underline{\underline{S_l = 467{,}71\ \text{daN} \approx 470\ \text{daN}}}$$

Berechnung der Haltekraft in Querrichtung S_q:

$$S_q - \frac{1000\text{daN}}{2} \cdot \frac{0{,}5 - 0{,}2}{0{,}2 \cdot \sin 45° + \cos 45° \cdot \sin 45°}$$

$$\underline{\underline{S_q = 233{,}86\ \text{daN} \approx 230\ \text{daN}}}$$

DK 629.114.6-44:658.286.4(083.132)

VDI-RICHTLINIEN

Mai 1990

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen	VDI 2700

Safety of loads on vehicles

Frühere Ausgaben: 6.73 Entwurf; 10.75 10.87 Entwurf

Zu beziehen durch Beuth Verlag GmbH, Berlin – Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 1990

Inhalt

	Seite
Vorbemerkung	2
1 Allgemeine Hinweise zur Beladung eines Fahrzeugs	2
1.1 Anwendungsbereich der Richtlinie	2
1.2 Grundregeln	2
1.2.1 Transportfahrzeuge	2
1.2.2 Anforderungen an das Fahrzeug	2
1.2.3 Zulässige Gewichte und Lastverteilung	2
1.3 Verhalten einer Ladung im Fahrbetrieb	3
1.3.1 Erläuterungen zu den Begriffen „Masse", „Gewicht", „Last", „Kraft"	3
1.3.2 Berechnung der auf die Ladung wirkenden Kräfte	3
2 Ladungssicherung	5
2.1 Befestigung der Ladung	5
2.2 Hilfsmittel zur Ladungssicherung	5
2.3 Formschlüssige Sicherung	5
2.4 Kraftschlüssige Sicherung	6
2.5 Kombinierte Sicherung	6
3 Beispiele richtiger Ladungssicherung	7
3.1 Langgut	7
3.1.1 Langholz	7
3.1.2 Rohre, Stangen, Profile und Schnittholz	
3.1.3 Hallenbinder, Träger, Pfetten, Riegel, Masten	8
3.2 Flächiges Gut	11
3.2.1 Tafeln, Matten und Platten	11
3.2.2 Glastafeln und Konstruktionselemente	13
3.3 Güter in Rollenform	19
3.3.1 Gewickelte Bänder (Coils)	19
3.3.2 Papierrollen	20
3.3.3 Spulen	22
3.3.4 Sonstige zylindrische Ladegüter	24
3.4 Einzelgüter	26
3.5 Sammelpackungen und Ladeeinheiten	27
3.6 Fahrzeuge	28
3.6.1 Pkw, Kleinbusse, Nkw-Kombis auf Autotransportern	28
3.6.2 Räder- und Kettenfahrzeuge	30
3.7 Güter in Zusammenladung	31
3.8 Austauschbare Ladungsträger und ihre Ladung	33
3.9 Schüttgüter	34

VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluß Logistik
Ausschuß Ladungssicherung

VDI-Handbuch Materialfluß und Fördertechnik

Preisgr. 15

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet

DK 621.869.065/4: 656.025
656.125(083.132)

VDI-RICHTLINIEN

Januar 1985

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen Zurrmittel

VDI 2701

Securing of loads on vehicles
Equipment for securing the loads
(lashing strap, round steel link chain,
steel wire ropes)

Frühere Ausgabe: 12.82 Entwurf

Alle Rechte vorbehalten © VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1985

Zu beziehen durch Beuth Verlag GmbH, Berlin und Köln

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet

Inhalt

Seite

1 Geltungsbereich 2

2 Übersicht 2

3 Beschreibung der Zurrmittel 2

3.1 Zurrgurte 3
3.2 Zurrkette 7
3.3 Zurrdrahtseile 11

VDI-Gesellschaft Materialfluß und Fördertechnik
Ausschuß Ladungssicherung

VDI-Handbuch Materialfluß und Fördertechnik

Preisgr. 9

DK 621.869.065:531.22:656.125
658.286 (083.132)

VDI-RICHTLINIEN

Mai 1990

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen Zurrkräfte

VDI 2702

Securing of loads on vehicles
Tie down forces

Frühere Ausgaben: 4.83 Entwurf, 6.86 Entwurf

Zu beziehen durch Beuth Verlag GmbH, Berlin – Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 1990

Inhalt Seite

Vorbemerkung 2

1 Anwendungsbereich 2

2 Darstellung und Berechnung der gebräuchlichsten Zurrarten 2
2.1 Verwendete Symbole 2
2.2 Begriffsbestimmungen 3

3 Basisannahmen für eine Ladungssicherung 3
3.1 Massenkräfte auf das Ladegut 3
3.2 Reibung zwischen Ladegut und Ladefläche 3
3.3 Zulässige Zurrmittel-Zugkräfte 4

4 Gebräuchliche Zurrmethoden zur Rutschsicherung standfester, in sich stabiler Ladeeinheiten 4
4.1 Niederzurren standfester Ladeeinheiten . . 5
4.2 Horizontales Zurren standfester Ladeeinheiten 5
4.3 Schrägzurren in Querrichtung von standfesten Ladeeinheiten 6
4.4 Schrägzurren in Längsrichtung von standfesten Ladeeinheiten 7
4.5 Diagonalzurren standfester Ladeeinheiten 7

5 Gebräuchliche Zurrmethoden zur Kippsicherung nicht standfester, in sich stabiler, quaderförmiger Ladeeinheiten 8
5.1 Niederzurren quaderförmiger Ladeeinheiten 8
5.2 Schrägzurren in Querrichtung von quaderförmigen Ladeeinheiten 9
5.3 Schrägzurren in Längsrichtung von quaderförmigen Ladeeinheiten 11
5.4 Schrägzurren mit Hilfe anliegender Rungen oder beigestellter Träger 11
5.5 Diagonalzurren quaderförmiger Ladeeinheiten 11

Seite

6 Gebräuchliche Zurrmethoden zur Kippsicherung nicht standfester, in sich stabiler, beliebiger Ladeeinheiten 12
6.1 Niederzurren nicht standfester, beliebiger Ladeeinheiten 12
6.2 Diagonalzurren nicht standfester, beliebiger Ladeeinheiten 13

7 Gebräuchliche Zurrmethoden zur Sicherung von einzelnen Ladegütern in Rollenform . . 14
7.1 Niederzurren in fahrzeugfeste Rollenauflagen gegen Herausrollen in Querrichtung . . 14
7.2 Niederzurren in fahrzeugfeste Rollenauflagen gegen Herausrollen in Längsrichtung . 15
7.3 Schrägzurren bei Lagerung in fahrzeugfesten Rollenauflagen gegen Herausrollen in Querrichtung 15
7.4 Schrägzurren bei Lagerung in fahrzeugfesten Rollenauflagen gegen Herausrollen in Längsrichtung 16
7.5 Sicherung gegen stirnseitiges Kippen von Rollen aus fahrzeugfesten Rollenauflagen . 16
7.6 Lagerung in untereinander zusammenhängenden, aber gegenüber der Ladefläche losen Kantholz-Geschirren oder -Rahmen 16

8 Schrägzurren dünner Platten in Querrichtung über einen längs stehenden „A-Bock“ . . . 17

9 Gebräuchliche Zurrmethoden zur Sicherung gebündelter Ladeeinheiten oder loser Stäbe zwischen Rungen 18
9.1 Ohne Zwischenlagen 18
9.2 Mit Zwischenlagen 19

VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluß Logistik
Ausschuß Ladungssicherung

VDI-Handbuch Materialfluß und Fördertechnik

Preisgr. 11

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet

ICS 43.080.10; 55.180.99; 13.200

VDI-RICHTLINIEN

Mai 2000
May 2000

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen Lastverteilungsplan

Securing of loads on road vehicles Cargo weight distribution

VDI 2700

Blatt 4 / Part 4

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

No guarantee can be given with respect to the English translation. The German version of this guideline shall be taken as authoritative.

Inhalt Seite

Vorbemerkung . . . 2
1 Anwendungsbereich der Richtlinie . . . 2
2 Gesetzliche Forderungen . . . 2
3 Datenerfassung . . . 2
3.1 Lkw mit zwei und mehr Achsen . . . 3
3.2 Gelenkdeichselanhänger mit zwei und mehr Achsen . . . 4
3.3 Starrdeichselanhänger mit einer und mehr Achsen . . . 4
3.4 Sattelanhänger mit einer und mehr Achsen . . . 5
4 Entwicklung des Lastverteilungsplanes . . . 5
4.1 Voraussetzungen . . . 6
4.1.1 Kräfte und Formelzeichen . . . 6
4.1.2 Bestimmung der Schwerpunktlage . . . 7
4.2 Herleitung der Kurvenverläufe . . . 7
4.2.1 Vorderer Kurvenverlauf . . . 7
4.2.2 Hinterer Kurvenverlauf . . . 8
4.2.3 Verbindung vordere und hintere Kurve . . . 8
4.2.4 Kurvenverlauf für die Mindestlenkachslast . . . 8
4.2.5 Kurvenverlauf für die Mindesthinterachslast . . . 9
5 Anwendungsbeispiele zur richtigen Beladung eines Lkw mit Hilfe des Lastverteilungsplanes . . . 10
Schrifttum . . . 12

Contents Page

Introduction . . . 2
1 Scope . . . 2
2 Legal requirements . . . 2
3 Data acquisition . . . 2
3.1 Trucks with two or more axles . . . 3
3.2 Articulated draw-bar trailer with two or more axles . . . 4
3.3 Rigid draw-bar trailer with one or more axles . . . 4
3.4 Semitrailer with one or more axles . . . 5
4 Elaboration of the load distribution plan . . . 5
4.1 Assumptions . . . 6
4.1.1 Forces and symbols . . . 6
4.1.2 Determination of the centre of gravity 7
4.2 Derivation of the curves . . . 7
4.2.1 Front curve . . . 7
4.2.2 Rear curve . . . 8
4.2.3 Connection of front and rear curves . . 8
4.2.4 Curve for the minimum steering axle load . . . 8
4.2.5 Curve for the minimum rear axle load 9
5 Application example of proper loading of a truck by means of a load distribution plan . . 10
References . . . 12

VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluß Logistik
Fachbereich Ladungssicherung

VDI-Handbuch Materialfluß und Fördertechnik, Band 6

Frühere Ausgabe: VDI 2704 5.98 Entwurf, deutsch
Former edition: VDI 2704 5/98 draft, in German only

Zu beziehen durch / Available from Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2000

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

ICS 43.080.10; 55.180.40; 13.200

VDI-RICHTLINIEN

April 2001

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen Qualitätsmanagement-Systeme

Safety of loads on vehicles Quality management systems

VDI 2700

Blatt 5 / Part 5

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

No guarantee can be given with respect to the English translation. The German version of this guideline shall be taken as authoritative.

Inhalt Seite

Vorbemerkung . . . 2

1 Gesetzliche Grundlagen und Regelwerke . . 3

2 Begriffe im Sinne dieser Richtlinie . . . 4

3 Anwendung der Richtlinie . . . 5

4 Organisation . . . 5
4.1 Verantwortung . . . 5
4.2 Übertragung von Pflichten . . . 6

5 Bestandteile . . . 6
5.1 Ladung . . . 6
5.1.1 Ladungsart . . . 7
5.1.1.1 Schüttgüter . . . 7
5.1.1.2 Einzelgüter . . . 7
5.1.1.3 Flüssigkeiten . . . 7
5.1.2 Eigenschaften der Ladung . . . 7
5.1.2.1 Maße und Gewichte . . . 7
5.1.2.2 Schwerpunktlage . . . 7
5.1.2.3 Festigkeit und Empfindlichkeit . . . 7
5.1.2.4 Zurrpunkte . . . 7
5.2 Fahrzeuge . . . 8
5.2.1 Aufbauarten . . . 8
5.2.2 Eignung von Fahrzeugen . . . 11
5.2.3 Ladeflächen . . . 11
5.3 Hilfsmittel . . . 11
5.4 Personal . . . 11
5.4.1 Einsatz . . . 11
5.4.2 Schulung . . . 12
5.4.3 Informationsaustausch . . . 12

6 Ablauf . . . 12
6.1 Planung . . . 12
6.1.1 Erfassen der Transportdaten . . . 13
6.1.2 Auswahl und Eignung der Fahrzeuge . . . 13

Contents Page

Preliminary note . . . 2

1 Basic legal rules and regulations . . . 3

2 Terms as used throughout this guideline . . . 4

3 Scope of the guideline . . . 5

4 Organisation . . . 5
4.1 Resonsibility . . . 5
4.2 Assignment of duties . . . 6

5 Load-securing issues . . . 6
5.1 Load . . . 6
5.1.1 Type of load . . . 7
5.1.1.1 Bulk material . . . 7
5.1.1.2 Unit loads . . . 7
5.1.1.3 Liquids . . . 7
5.1.2 Characteristics of the load . . . 7
5.1.2.1 Dimensions and weights . . . 7
5.1.2.2 Centre of gravity . . . 7
5.1.2.3 Strength and delicacy . . . 7
5.1.2.4 Lashing points . . . 7
5.2 Vehicles . . . 8
5.2.1 Types of body structures . . . 8
5.2.2 Qualification of vehicles . . . 11
5.2.3 Loading areas . . . 11
5.3 Load-securing devices . . . 11
5.4 Personnel . . . 11
5.4.1 Qualification . . . 11
5.4.2 Training . . . 12
5.4.3 Exchange of information . . . 12

6 Procedure . . . 12
6.1 Planning . . . 12
6.1.1 Collection of the transport data . . . 13
6.1.2 Selection and qualification of vehicles . . . 13

VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluss Logistik

Ausschuss Ladungssicherung in QM-Systemen

VDI-Handbuch Materialfluss und Fördertechnik, Band 6

Frühere Ausgabe: VDI 2705 10.98 Entwurf, deutsch
Former edition: VDI 2705 10/98 draft, in German only

Zu beziehen durch / Available from Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2001

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

ICS 43.080.10; 55.180.99; 13.200

VDI-RICHTLINIEN

Juli 2000
Juliy 2000

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen Ladungssicherung im Kombinierten Ladungsverkehr (KLV)

Safety of loads on vehicles Safety of loads in combined freight transport

VDI 2700

Blatt 7 / Part 7

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

No guarantee can be given with respect to the English translation. The German version of this guideline shall be taken as authoritative.

Frühere Ausgabe: VDI 2707 5.98 Entwurf, deutsch
Former edition: VDI 2707 5/98 draft, in German only

Zu beziehen durch / Available from Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2000

Inhalt Seite

Vorbemerkung 2

1 Begriffsbestimmung 2

2 Transportbeanspruchungen 3

3 Anforderungen an die Ladeeinheiten 4
3.1 Großcontainer 4
3.2 Wechselbehälter 5
3.3 Sattelanhänger 5
3.4 Kodifizierung 6

4 Ladungssicherung in den Ladeeinheiten . . . 7
4.1 Ladeeinheiten mit festen Aufbauten (Kofferbauarten) 8
4.2 Ladeeinheiten mit Bordwänden und Spriegelaufbauten (Hamburger Verdeck) . . 9
4.3 Ladeeinheiten mit seitlichen Schiebeplanen (Curtainsider) und Flats 9

Schrifttum 12

Anhang A Bahn-Verladerichtlinie 2.9. 14

Contents Page

Preliminary note 2

1 Definition of terms 2

2 Stresses arising in transport 3

3 Requirements to be met by the load units . . . 4
3.1 Large containers 4
3.2 Swap bodies. 5
3.3 Semitrailers 5
3.4 Coding 6

4 Securing of cargo in load units 7
4.1 Load units with rigid body structure (box types) 8
4.2 Load units with side panels and roof-bow superstructures ("Hamburg" hood). 9
4.3 Load units with sliding side covers (curtain siders) and flats) 9

References 12

Annex A Railways Loading Redulation 2.9 15

VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluß Logistik

Ausschuß Ladungssicherung

VDI-Handbuch Materialfluß und Fördertechnik, Band 6

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

ICS 43.080.10; 55.180.99; 13.200

VDI-RICHTLINIEN

März 2000
March 2000

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen
Sicherung von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen auf Autotransportern
Securing of loads on road vehicles
Securing of passenger cars and cargo minivans on auto transporters

VDI 2700

Blatt 8 / Part 8

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

No guarantee can be given with respect to the English translation. The German version of this guideline shall be taken as authoritative.

Inhalt Seite

Vorbemerkung . . . 2
1 Anwendungsbereich dieser Richtlinie . . . 2
2 Begriffsbestimmungen . . . 2
3 Hilfsmittel zur Ladungssicherung . . . 2
4 Verladung . . . 3
5 Ladungssicherung . . . 3
5.1 Sicherer Arbeitsablauf bei Be- und Entladung . . . 3
5.2 Sicherung der Fahrzeuge auf dem Transporter . . . 4
5.2.1 Anlegen der Ladungssicherungsmittel . . . 4
5.2.2 Sicherung vorwärts geladener Fahrzeuge . . . 5
5.2.3 Sicherung rückwärts geladener Fahrzeuge . . . 5
5.2.4 Sicherung des letzten schräggestellten Fahrzeugs . . . 5
5.3 Alternative Sicherungsmaßnahmen bei Absturzgefahr . . . 6
Schrifttum . . . 6

Contents Page

Introduction . . . 2
1 Scope . . . 2
2 Terms and definitions . . . 2
3 Load-securing devices . . . 2
4 Loading . . . 3
5 Securing of loads . . . 3
5.1 Safe loading/unloading procedure . . . 3
5.2 Securing of the vehicles on the auto transporter . . . 4
5.2.1 Applying the load-securing devices . . . 4
5.2.2 Securing of vehicles loaded forwards . . . 5
5.2.3 Securing of vehicles loades in reverse direction . . . 5
5.2.4 Securing of the rearmost inclined vehicle . . . 5
5.3 Alternative securing measures to avoid the risk of the operator falling . . . 6
References . . . 6

VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluß Logistik
Fachbereich Ladungssicherung

VDI-Handbuch Materialfluß und Fördertechnik, Band 6

Frühere Ausgabe: VDI 2708, 5.98 Entwurf, deutsch, zurückgezogen
Former edition: VDI 2708, 5/98 draft, in German only, withdrawn

Zu beziehen durch / Available from Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2000

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

DEUTSCHE NORM **Februar 2001**

	Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen **Sicherheit** Teil 2: Zurrgurte aus Chemiefasern Deutsche Fassung EN 12195-2:2000	DIN EN 12195-2

ICS 53.080; 55.180.99

Ersatz für
DIN 60060-1:1991-10

Load restraint assemblies on road vehicles — Safety —
Part 2: Web lashing made from man-made fibres;
German version EN 12195-2:2000

Dispositifs d'arrimage des charges sur véhicules routiers —
Sécurité — Partie 2: Sangles en fibres synthétiques;
Version allemande EN 12195-2:2000

Die Europäische Norm EN 12195-2:2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom CEN/TC 168 „Ketten, Seile, Hebebänder, Anschlagmittel und Zubehör — Sicherheit" erarbeitet. Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss „Zurrgurte" des Normenausschusses Textilnorm zuständig.

Für die im Abschnitt 2 zitierte Internationale Norm wird im Folgenden auf die entsprechende Deutsche Norm hingewiesen:

ISO 2076 siehe DIN ISO 2076

Änderungen

Gegenüber DIN 60060-1:1991-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

– Europäische Norm unverändert übernommen

Frühere Ausgaben

DIN 60060-1: 1991-10

Nationaler Anhang NA
(informativ)
Literaturhinweise

DIN ISO 2076, *Textilien — Chemiefasern — Gattungsnamen und Kurzzeichen (ISO 2076:1999).*

Fortsetzung 22 Seiten EN

Textilnorm, Normenausschuss Textil und Textilmaschinen im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

© DIN Deutsches Institut für Normung e.V. • Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.
Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

Ref.-Nr. DIN EN 12195-2:2001-02
Preisgr. 12 Vertr.-Nr. 2312

DEUTSCHE NORM Juli 2001

	Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen Sicherheit Teil 3: Zurrketten Deutsche Fassung EN 12195-3:2001	DIN EN 12195-3

ICS 53.080; 55.180.99

Load restraint assemblies on road vehicles —
Safety —
Part 3: Lashing chains;
German version EN 12195-3:2001

Dispositifs d'arrimage des charges à bord des véhicules routiers —
Sécurité —
Partie 3: Chaînes d'amarrage;
Version allemande EN 12195-3:2001

Die Europäische Norm EN 12195-3:2001 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

EN 12195-3:2001 wurde am 2001-01-20 angenommen.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält in Abschnitt 5 sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne des Gesetzes über technische Arbeitsmittel (Gerätesicherheitsgesetz).

Diese Europäische Norm wurde von der Arbeitsgruppe 6 — Ladungssicherungseinrichtungen — im Europäischen Komitee 168 erarbeitet. Die Sekretariatsführung dieser Arbeitsgruppe liegt beim DIN Deutsches Institut für Normung.

Die vorliegende Norm ist Teil einer Serie über Sicherheit von Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen.

Die vorgesehenen Teile von EN 12195 „*Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen — Sicherheit*" sind:

— *Teil 1: Berechnung von Zurrkräften*
— *Teil 2: Zurrgurte aus Chemiefasern*
— *Teil 3: Zurrketten*
— *Teil 4: Zurrdrahtseile*

Der zuständige Arbeitsausschuss im DIN ist der AA 8-Zurrketten — im NA Rundstahlketten (NRK).

Fortsetzung 14 Seiten EN

Normenausschuss Rundstahlketten (NRK) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

© DIN Deutsches Institut für Normung e.V. · Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.
Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

Ref. Nr. DIN EN 12195-3:2001-07
Preisgr. 10 Vertr.-Nr. 2310

DEUTSCHE NORM **Januar 2001**

Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen
Zurrpunkte an Nutzfahrzeugen zur Güterbeförderung
Mindestanforderungen und Prüfung
Deutsche Fassung EN 12640:2000

DIN EN 12640

ICS 43.080.10; 55.180.99

Ersatz für
DIN 75410-1:1990-04

Securing of cargo on road vehicles — Lashing points on commercial vehicles for goods transportation — Minimum requirements and testing; German version EN 12640:2000

Arrimage des charges à bord des véhicules routiers — Points d'arrimage à bord des véhicules utilitaires pour le transport des marchandises — Prescriptions minimales et essais; Version allemande EN 12640:2000

Die Europäische Norm EN 12640:2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN 12640 ist vom Technischen Komitee TC 119 „Wechselbehälter für den kombinierten Verkehr" des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeitet worden. Die vorliegende Europäische Norm basiert auf der früheren Deutschen Norm DIN 75410-1 und entspricht ihr weitgehend. Neu gegenüber der DIN 75410-1 sind die Anforderungen an Zurrpunkte in der Stirnwand.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der AA-D4 „Wechselbehälter" im NA Kraftfahrzeuge (FAKRA).

Änderungen

Gegenüber DIN 75410-1:1990-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) EN 12640:2000-07 übernommen;

b) Anforderungen an Zurrpunkte in der Stirnwand aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN 75410-1: 1990-04

Fortsetzung 9 Seiten EN

Normenausschuss Kraftfahrzeuge (FAKRA) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

© DIN Deutsches Institut für Normung e. V. • Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

Ref.-Nr. DIN EN 12640:2001-01

Preisgr 08 Vertr -Nr 2308

DK 629.11.045 : 629.114.1/.5 : 621.885 : 620.1 DEUTSCHE NORM April 1990

Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen

Zurrpunkte an Nutzfahrzeugen zur Güterbeförderung Mindestanforderungen

DIN 75 410 Teil 1

Securing of cargo on road vehicles; anchor points on commercial vehicles, minimum requirements

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

Neuausgabe beachten

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt für Lastkraftwagen, Anhänger und Sattelanhänger mit Pritschenaufbauten, die mit Verankerungen für Zurrmittel (im folgenden kurz „Zurrpunkte" genannt) ausgestattet sind. Sie stellt Mindestanforderungen an Zurrpunkte, die in Verbindung mit geeigneten Zurrmitteln eine verkehrs- und betriebssichere Beförderung von Gütern auf Straßenfahrzeugen sicherstellen.

Die Norm gilt nicht für

- Fahrzeuge, die nach ihrer Bauart und Einrichtung ausschließlich für die Beförderung von Schüttgütern bestimmt sind
- Fahrzeuge, die ausschließlich für die Beförderung spezieller Güter mit besonderen Anforderungen an die Ladungssicherung bestimmt sind[1]). Solche Fahrzeuge sind z. B.:
  - Spezialmuldenfahrzeuge zur Beförderung von Coils,
  - Fahrzeuge zur Beförderung von Baustellenfahrzeugen,
  - Fahrzeuge zur Beförderung unteilbarer Ladungen,
- Fahrzeuge, deren zulässiges Gesamtgewicht oberhalb der in § 34 StVZO festgelegten Grenzen liegt[1])
- Fahrzeuge, die bestimmt sind, ausschließlich in der Land- und Forstwirtschaft eingesetzt zu werden.

2 Begriffe

2.1 Verankerungen für Zurrmittel (Zurrpunkte)

Verankerungen für Zurrmittel **(Zurrpunkte)** sind Befestigungsteile am Fahrzeug, z.B. Ovalglieder, Haken, Ösen, Zurrschienen, mit denen Zurrmittel formschlüssig verbunden werden.

2.2 Zurrmittel

(siehe VDI 2701 und DIN 60 [illegible] Teil 1) [2])

Zurrmittel sind Einrichtungen, die dazu bestimmt sind, mit den Zurrpunkten verbunden zu werden, um auf diese Weise Ladung auf den Fahrzeugen zu sichern. Diese Zurrmittel bestehen aus dem Spannmittel (z.B. Gurt, Kette, Seil), dem Spannelement (z.B. Winde, Ratsche, Spannschloß) und meist jedoch aus einem Verbindungselement (z.B. Haken, Öse).

2.3 Neigungswinkel β

Winkel zwischen einer Senkrechten durch den Zurrpunkt und der Angriffsrichtung der Zurrkraft (siehe Bild 1).

2.4 Spreizwinkel α

Kleinster Winkel zwischen einer zur Längsmittelebene des Fahrzeugs parallelen Ebene durch den Zurrpunkt und einer durch die Angriffsrichtung der Zurrkraft verlaufenden senkrechten Ebene (siehe Bild 1).

3 Bezeichnung

Bezeichnung eines Zurrpunktes, der den Mindestanforderungen dieser Norm entspricht (1):

Zurrpunkt DIN 75 410 — 1

4 Anforderungen

4.1 Bauart

4.1.1 Zurrpunkte müssen so beschaffen sein, daß die von ihnen aufgenommenen Kräfte in die tragenden Teile des Fahrzeugs eingeleitet werden. Wenn sie an oder in der Ladefläche befestigt sind, dürfen sie in Ruhelage nicht über die Horizontalebene der Ladefläche nach oben hinausragen. Durch Zurrpunkte bedingte Vertiefungen in der Ladefläche sollten so klein wie möglich sein.

4.1.2 Die Zurrkräfte müssen in den Zurrpunkt in einem räumlichen Bereich eingeleitet werden können, der durch folgende Winkel beschrieben wird:

- Neigungswinkel β zwischen 0° und mindestens 60° (siehe Bild 1).
- Spreizwinkel α zwischen 0° und 180° bei einem in Querrichtung gemessenen Abstand des Zurrpunktes von der seitlichen Begrenzung der Ladefläche ≤ 50 mm (siehe Bild 1)
- Spreizwinkel α zwischen 0° und 360° bei einem in Querrichtung gemessenen Abstand des Zurrpunktes von der seitlichen Begrenzung der Ladefläche > 50 mm, ≤ 250 mm (siehe Bild 1).

Die Verzurrungs-Freiheitsgrade zwischen den Längsrichtungen (nach vorne und nach hinten) und der Querrichtung müssen stufenlos innerhalb der angegebenen Winkel ausnutzbar sein.

4.1.3 Besteht der Zurrpunkt aus einer kreisförmigen Innenkontur, so muß der nutzbare Innendurchmesser ≥ 40 mm betragen. Hat er die Form eines Ovalringes, muß die in der ungünstigsten Winkelstellung verbleibende lichte Öffnung eine Breite von ≥ 25 mm und eine Länge von ≥ 40 mm aufweisen.

Der Materialdurchmesser der Öse oder eines Ovalgliedes muß sich in einen Kreis mit einem Durchmesser ≤ 18 mm einbeschreiben lassen (siehe Bild 2).

Kreisförmige Ringe, die sich in ihrer Befestigung um ihren gesamten Umfang drehen können, sind nicht zulässig.

Fortsetzung Seite 2 bis 4

---

[1]) Für Zurrpunkte an solchen Fahrzeugen gelten andere und in der Regel höhere Anforderungen.

[2]) Z. Z. Entwurf

Normenausschuß Kraftfahrzeuge (FAKRA) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 1000 Berlin 30
04.90

DIN 75 410 Teil 1 Apr 1990 Preisgr. 6
Vertr.-Nr. 0006

DEUTSCHE NORM **Juli 1995**

Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen
Teil 2: Ladungssicherung in Pkw, Pkw-Kombi und Mehrzweck-Pkw

DIN 75410-2

ICS 43.040.60; 43.100

Ersatz für Ausgabe Juli 1992

Deskriptoren: Ladungssicherung, Straßenfahrzeug, Pkw, Kraftfahrzeug, Personenkraftwagen

Securing of cargo in road vehicles – Part 2: Securing of cargo in passenger cars, station wagons and multi-purpose passenger cars

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab 1. Juli 1995.

Daneben gilt DIN 75410-2 : 1992-07 noch bis zum Oktober 1996.

Vorwort

Diese Norm enthält in den Abschnitten 5 und 6 sicherheitstechnische Festlegungen. Sie wurde vom Normenausschuß Kraftfahrzeuge (FAKRA), Arbeitskreis "Ladungssicherung in Pkw", erarbeitet. Bei der Erarbeitung der Norm waren Fachleute der Automobilhersteller und Zubehörindustrie, sowie Vertreter der Berufsgenossenschaft, von Prüfstellen, gewerblichen Verbrauchern und Verbraucherschutzorganisationen beteiligt.

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe Juli 1992 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Anforderungen des Abschnittes 6.3 erhöht.

b) Weitere Formulierungen präzisiert.

Frühere Ausgaben

DIN 75410-2: 1992-07

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Einrichtungen zur Ladungssicherung in Pkw-Kombi[1], Mehrzweck-Pkw[1] (von Pkw abgeleitete Kleinlieferwagen) und Personenkraftwagen[1], deren Sitze den Laderaum unmittelbar begrenzen. Sie legt Mindestanforderungen und Prüfungen fest, um eine verkehrs- und betriebssichere Ladungssicherung in Pkw zu ermöglichen und dadurch die Insassen vor Verletzungen durch Ladung zu schützen. Nkw-Kombi (Kastenwagen) sind nach E DIN 75410-3 zu prüfen, auch wenn der R-Punkt < 750 mm über der Fahrbahn liegt.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 70010
Systematik der Straßenfahrzeuge – Begriffe für Kraftfahrzeuge, Fahrzeugkombinationen und Anhängerfahrzeuge

DIN 70020-1
Straßenfahrzeuge – Kraftfahrzeugbau – Begriffe von Abmessungen

E DIN 75410-3
Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen – Teil 3: Ladungssicherung in Kastenwagen

ECE-Regelung 17[2])
Übereinkommen über die Annahme einheitlicher Bedingungen für die Genehmigung der Ausrüstungsgegenstände und Teile von Kraftfahrzeugen und über die gegenseitige Anerkennung der Genehmigung. Regelung Nr. 17: Einheitliche Vorschriften für die Genehmigung der Sitze, Sitzverankerungen und Kopfstützen

VBG 12[3])
Fahrzeuge

---

[1]) Definition siehe DIN 70010

[2]) Zu beziehen durch: Deutsches Informationszentrum für technische Regeln (DITR) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 10772 Berlin

[3]) Zu beziehen durch: Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

Fortsetzung Seite 2 bis 4

Normenausschuß Kraftfahrzeuge (FAKRA) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

© DIN Deutsches Institut für Normung e.V. · Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.
Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

Ref. Nr. DIN 75410-2 : 1995-07
Preisgr. 06 Vertr.-Nr. 0005

DEUTSCHE NORM **April 1996**

Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen
Teil 3: Ladungssicherung in Kastenwagen

DIN 75410-3

ICS 43.040.60; 43.080.10

Deskriptoren: Ladungssicherung, Straßenfahrzeug, Kastenwagen, Kraftfahrzeug

Securing of cargo in road vehicles – Part 3: Securing of cargo in cargo minivans

Vorwort

Diese Norm enthält in den Abschnitten 5 und 6 sicherheitstechnische Festlegungen. Sie wurde vom Normenausschuß Kraftfahrzeuge (FAKRA), Arbeitskreis "Ladungssicherung in Pkw", erarbeitet. Bei der Erarbeitung der Norm waren Fachleute der Automobilhersteller und Zubehörindustrie sowie Vertreter der Berufsgenossenschaft, von Prüfstellen, gewerblichen Verbrauchern und Verbraucherschutzorganisationen beteiligt.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für fahrzeugseitige Einrichtungen zur Ladungssicherung in Kastenwagen [1]). Sie stellt Mindestanforderungen und legt Prüfungen fest, um durch eine verkehrs- und betriebssichere Ladungssicherung Insassen vor Verletzungen durch Ladung zu schützen.

Diese Norm gilt nicht für:

- Fahrzeuge mit Festeinbauten, die z. B. als Paketfahrzeuge, Montagefahrzeuge (Werkstattwagen) oder Krankenkraftwagen eingesetzt werden und deren Laderaum mit Einrichtungen ausgestattet ist, die für den speziellen Einsatzzweck bestimmt sind.
- Fahrzeuge, deren zulässiges Gesamtgewicht ≥ 7,5 t ist.

Für Fahrzeuge mit Pritschen und Pritschenaufbauten gilt DIN 75410-1, für Pkw und Pkw-Kombi gilt DIN 75410-2.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 60060-1
Zurrgurte aus Chemiefasern zur Ladungssicherung von Lasten auf Nutzfahrzeugen zur Güterbeförderung; Vorschlag für eine Europäische Norm

DIN 70010
Systematik der Straßenfahrzeuge; Begriffe für Kraftfahrzeuge, Fahrzeugkombinationen und Anhängefahrzeuge

DIN 70020-1
Straßenfahrzeuge; Kraftfahrzeugbau – Begriffe von Abmessungen

DIN 75410-1
Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Zurrpunkte an Nutzfahrzeugen zur Güterbeförderung; Mindestanforderungen

DIN 75410-2
Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Ladungssicherung in Pkw, Pkw-Kombi und Mehrzweck-Pkw

VDI 2701
Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen; Zurrmittel
Zu beziehen durch: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin; Postanschrift: 10772 Berlin.

VBG 12 [2])
Fahrzeuge

---

[1]) Ausstattung wahlweise; jedoch obligatorisch für Fahrzeuge, die der Unfallverhütungsvorschrift "Fahrzeuge" (VBG 12) unterliegen; siehe § 22 Abs. 1 VBG 12.

[2]) Zu beziehen durch: Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

Fortsetzung Seite 2 bis 4

Normenausschuß Kraftfahrzeuge (FAKRA) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

© DIN Deutsches Institut für Normung e.V. · Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.
Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

Ref. Nr. DIN 75410-3: 1996-04
Preisgr. 06 Vertr.-Nr. 0006

Anhang 19

Empfehlungen für zugrunde zu legende Gleitreibungszahlen bei der Ladungssicherung.

Reibpaarung		Empfohlene Gleitreibungszahl μ_G
Ladefläche	Ladungsträger/Ladegut	
Sperrholz, melaminharz-beschichtet, glatte Oberfläche	Europaletten (Holz)	0,20
	Gitterboxpaletten (Stahl)	0,25
	Kunststoffpaletten (PP)	0,20
Sperrholz, melaminharz-beschichtet, Siebstruktur	Europaletten (Holz)	0,25
	Gitterboxpaletten (Stahl)	0,25
	Kunststoffpaletten (PP)	0,25
Aluminiumträger in der Ladefläche – Lochschienen	Europaletten (Holz)	0,25
	Gitterboxpaletten (Stahl)	0,35
	Kunststoffpaletten (PP)	0,25

Entnommen aus dem BGF-Forschungsprojekt

Stichwort Seite

A

A-Böcke 92, 212, 236
Absetzbehälter 146
Abstützungen 167
Achslasten 225
Airbags 221
Altmaterial 118
Altpapierballen 119
Ankerschienen 203
Anti-Rutschmatten 214
Anweisungen 30
Arbeitsmaschinen, fahrbare- 86, 107, 179
Arbeitssicherheit 11, 15
Austauschbare Ladungsträger 146

B

Bagger 107, 181
Ballen, Papier-, Torf-, Stroh- 119
Bandstahlringe 158
Baustahlmatten 133
Baustellenzubehör 117
Beladevorschriften 31
Berufsgenossenschaften 11, 14
Beschleunigung 36

Stichwort Seite

Betonteile 82, 86, 100
– Binder 94
– Kleinteile 96
– Platten liegend/stehend 86
– Rohre 97
– Schachtringe 100
Betriebsanweisungen 30
Betriebssicherheit 15
Blech, -pakete, -tafeln . 33, 86, 101, 214
Bordwände 168, 242
Bordwandspannketten 195
Bordwandverschlüsse 242
Bremsvorgang 43

C

Coil-Mulde 159, 213
Coils 158
Container 146
Curtainsider 168

D

Dachgepäckträger 72
Dachlast, Pkw-, Pkw-Kombi- 73
Deka-Newton (daN) 38
Diagonalzurren 65
DIN-Normen . . . 28, 76, Anhang (13–18)

Stichwortverzeichnis

Stichwort Seite

Direktzurren 61
Distanzhölzer 88
Drahtseile, Zurr- 179, 198

E

Einstecklatten, -bretter, -profile 168
Einheiten, physikalische- 36
Energie 41
Europäische Normen 3, 28

F

Fahrzeug-Achslasten 225
Fahrzeugaufbauten 168
Fahrzeugausrüstungsgegenstände . . 165
Fahrzeugbeschaffenheit/-eignung . . . 16
Fahrzeuggesamtgewicht 227
Fahrzeugnutzlast 225
Fliehkraft 46
Folien, Schrumpf-, Stretch-, Wickel- . .152
Füllmittel 221

G

Gabelstapler 107
Gefahrbereich 244
Gefahrgut 3, 247
Gefahrgut-VO-Straße (GGVS) . . . 3, 247

Stichwort Seite

Gefahrhinweis Ratsche 194, 240
Gerätesicherheitsgesetz (GSG) . . 179, 245
Geschwindigkeit 36
Getränkekisten, -behälter 82, 138
Gewicht 36
Gewichtskraft 37
GS-Zeichen (Zurrmittel) 193, 197
Gurte, Zurr- 179, 189

H

Haftung 3, 245
Haltekräfte 61
Handelsgesetzbuch 245
Handkraft, normale 191
Hilfsmittel zur Ladungssicherung . . . 167
Holz 129
– -erzeugnisse 129
– Lang- 127
– Schnitt- 129
Horizontalwinkel 65
Horizontalzurren 61
Hubzug 198
Huckepack-Verkehr 48

K

Kabeltrommeln 158

Stichwort Seite

Kanthölzer 88
Kastenwagen 78
Keile 165
Ketten, Spann- für Rungen und Bordwände 103, 125, 171
Kettenzüge 179, 196
Ketten, Zurr- 179, 195
Kippbehälter 146
Kippgefahr, – der Ladung 237, 240
Klemmbalken 203, 206
Kofferaufbauten 166, 203
Kombi-Verkehr 48
Kräfte 36
Kralle 140
Kurvenfahrt 46, 82

L

Ladearbeiten 236
Ladebalken 203
Ladeflächen-, Laderaumbegrenzungen 167
Ladegestelle 91, 161, 212
Ladeeinheiten, in sich gesicherte . . .152
Ladeschemel 94, 127

Stichwort Seite

Ladungssicherung
– form- und kraftschlüssige, kombinierte 167
– Grundregeln 32
– Hilfsmittel 167
– im Kastenwagen 78
– im/auf Pkw, Pkw-Kombi 72
– Physik 36
Ladungsträger, austauschbare 146
– Absetz- und Kippbehälter 146
– Container 146
– Wechselbehälter 146
Lärm durch Ladung 147, 151
Langmaterial 120
– Langholz 127
– Profile 120
– Rohre 124
– Stangen 120
Lastenspanner 184
Lastverteilung 225
Lastverteilungsplan 225
Lenkfähigkeit, Fahrzeug- 225
Lochschienen, im Boden 115, 210
Luftsäcke 221

M

Masse 36
Massenkräfte der Ladung 48

Stichwortverzeichnis

Stichwort Seite

Mehrzweck-Kettenzug 179, 198
Mindestvorspannung 57, 216
Mulde, Coil- 213

N

Nachläufer, Fahrzeug- 94, 127
Netze 223
Niederzurren 56
Nutzlast, Fahrzeug- 225

P

Paletten, in sich gesicherte- 152
Papierrollen 164, 211
physikalische Grundlagen 36
Pkw, Pkw-Kombi 72
Planen
– Abdeck- 223
– seitliche Schiebe- 170
Platten
– Beton- 86
– Stahl- 101
Prallwand 127
Profile, Blech-, Metall- 120

R

Radlader 107

Stichwort Seite

Ratsche, allgemein 58, 192
Ratsche Gefahrhinweis 194, 238
Raupen 107
Regeln der Technik 15, 26
Reibung 36, 39
– Haftreibung, Gleitreibung 39
– Reibungskräfte 54
– Reibungszahlen 39
Rödeldraht 121, 188
Rohre 97, 123
Rollenform, Güter in- 157
RoRo-Verkehr 48
Rückhalteeinrichtungen in Pkw, Pkw-Kombi 72
Rungen 124, 168
Rungenspannketten . . 103, 124-126,171
Rutschhemmende Matten (RH-Matten) 214

S

Schaumstoff-Polster 222
Schiebeplanen, seitliche 168
Schrägzurren 56
Schrott 118
Schüttgüter 143
Schutzgitter 127

Stichwort Seite

Schwerpunkt
– außermittiger 236
– Gesamt-, resultierender 231
– Ladungs- 225
– -symbol 227

Schwertransport 34

Seile, Zurrdraht- 179, 198

Sicherungskräfte 52

Sicherungsmethoden, form-, kraftschlüssige, kombinierte 167

Sichtbehinderung 25

Spannelemente 179

Spannketten, Bordwand-, Rungen- 103, 125–126, 171

Spannkraft, normale 191

Spannmittel 179

Sperrbalken, -stangen 203

Stahlerzeugnisse 92, 101, 120

Stahlplatten 101

Standbasis, Güter mit schmaler 236

Stapel (hohe Ladung)
– Baustahlmatten 133
– Holzerzeugnisse 129
– Schnittholz 129

Staupolster 221

Stirnwände 120–121, 168

Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) 14–15, 20–21

Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) 15, 16

T

Teleskopstangen 203

Tieflader, Zurrpunkte am- 113

Trennwände 209

U

Umreifungsbänder, Stahl-, Kunststoff- 153

Unfallverhütungsvorschriften
– allgemein 14
– „Fahrzeuge“ (BGV D 29) 14–15,17–19, 22–24, 30
– „Winden, Hub- und Zuggeräte“ (BGV D 8) 201

Unterlagen, Holz- 88–89, 162

Unterlagen, rutschhemmende- 214, 216

V

VDI-Richtlinien . . . . . Anhang (6–12)

Verantwortlichkeit 3, 245

Verbindungselemente 179

Stichwortverzeichnis

Stichwort Seite

Verdecke, Roll- und Schiebe- 145
Verkehrsbedingungen, übliche- . . 13, 34
Verkehrssicherheit 11, 15
Vertikalwinkel 56, 60, 63
Verzögerung 43–45
Vorspannanzeige 182
Vorspannkraft, Mindest- 57, 216

W

Walzen 107
Wannen 213
Wechselbehälter 146, 168
Winden, Zurr- 200

Z

Zahnleisten 127
Zentrifugalkraft 46
Zinkenbleche 217
Zugkraft, zulässige- 58
Zurr-
– drahtseile 179, 197
– gurte 179, 189
– gurtaufroller 194
– ketten 179, 195
– kräfte 26, 55
– methoden . . . . . 56 ff.

Stichwort Seite

– mittel (allgemein) 179
– punkte 172
– schienen 203
– winden 200
Zwischenlagen
– Holz- 88–89
– rutschhemmende 214–216
Zwischenwandverschlüsse 206
Zylinderform, Güter in 157

Anschriften der Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen

Zuständigkeitsbereiche und Anschriften der technischen Aufsichtsdienste der Bezirksverwaltungen

1. Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein
   Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
   Ottenser Hauptstraße 54
   22765 Hamburg
   Tel.: (0 40) 39 80-0
   Fax: (0 40) 39 80-27 99

2. Bremen und Niedersachsen
   Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
   Walderseestraße 5
   30163 Hannover
   Tel.: (05 11) 39 95-6
   Fax: (05 11) 39 95-7 85

3. Berlin, Brandenburg und der Regierungsbezirk Magdeburg des Landes Sachsen-Anhalt
   Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
   Axel-Springer-Straße 52
   10969 Berlin
   Tel.: (0 30) 2 59 97-0
   Fax: (0 30) 2 59 97-2 97

4. Sachsen, Thüringen und die Regierungsbezirke Halle und Dessau des Landes Sachsen-Anhalt
   Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
   Hofmühlenstraße 4
   01187 Dresden
   Tel.: (03 51) 42 36-50
   Fax: (03 51) 42 36-5 91

5. Nordrhein-Westfalen
   Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
   Aue 96
   42103 Wuppertal
   Tel.: (02 02) 38 95-0
   Fax: (02 02) 38 95-4 01

6. Baden-Württemberg, Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland
   Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
   Wiesbadener Straße 70
   65197 Wiesbaden
   Tel.: (06 11) 94 13-0
   Fax: (06 11) 94 13-1 21

7. Bayern
   Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
   Deisenhofener Straße 74
   81539 München
   Tel.: (0 89) 6 23 02-0
   Fax: (0 89) 6 23 02-2 00

Impressum

Herausgeber:

Berufsgenossenschaft
für Fahrzeughaltungen
Technischer Aufsichtsdienst
Ottenser Hauptstraße 54
22765 Hamburg

Redaktion:
Dipl.-Ing. Ralf Brandau
Dipl.-Ing. Michael Garz
Dipl.-Ing. Peter Nissen

Layout:
ReinschGRAFIK, Hamburg

Satz:
Utesch GmbH,
Hamburg

Herstellung:
Jedermann-Verlag, Heidelberg

3. Auflage 2002

Für Mitglieder anderer Berufsgenossenschaften
zu beziehen unter Bestellnummer BGI 649
(bisherige ZH 1/413) durch Carl Heymanns Verlag,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln.

Das Manuskript ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urhebergesetz zugelassen ist, bedarf der Einwilligung der BGF und wird nur gegen Quellenangabe und Belegexemplar gestattet. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Dieses Handbuch ist auf Papier gedruckt, bei dessen Zellstoffherstellung kein Chlor verwendet wurde.